
BACHELORARBEIT

Herr

Tino Richter

Shooting flat or not?

Mittweida, 2012

BACHELORARBEIT

Shooting flat or not?

Die Optimierung von Filmaufnahmen

mit der Canon EOS 5D MK II

Autor:

Herr

Tino Richter

Studiengang:

Film & Fernsehen

Matrikelnummer:

25508

Erstprüfer:

Prof. Dr.-Ing Rainer Zschockelt

Zweitprüfer:

Dipl. Kameramann (FH) Marko Peppel

Einreichung:

11.April.2012

Verteidigung/Bewertung:

Mittweida, 2012

Faculty Medien

BACHELOR THESIS

Shooting flat or not?

Optimization of fottage

by the Canon EOS 5D MK II

author:

Mr.

Tino Richter

course of studies:

Film & Fernsehen

Student numevr:

25508

first examiner:

Prof. Dr.-Ing Rainer Zschockelt

second examiner:

Dipl. Kameramann (FH) Marko Peppel

submission:

11.April.2012

defence/ evaluation:

Mittweida, 2012

Bibliografische Beschreibung

Richter, Tino: Shooting flat or not?. - 2012. -

Bachelorarbeit, Hochschule Mittweida, Fakultät Medien,

Studiengang, Film und Fernsehen, 2012

75 Seiten, 11 Seiten Inhalt, 4 Seiten Anhang, 50 Abbildungen,

1 Tabelle, 10 Literaturangaben

Autoreferat

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, die Canon EOS 5D MK II mit der Filmfunktion vorzustellen und die Vor- bzw. Nachteile darzulegen und mögliche Verbesserungen vorzuführen.

Diesbezüglich wird zunächst die Kamera selbst mit besonderem Fokus auf der Filmfunktion vorgestellt um anschließend zu zeigen, wie Licht und Farbe wahrgenommen werden.

Als nächstes werden die Grundlagen der primären Farbkorrektur und mögliche Aufnahmefehler, wie Über- oder Unterbelichten erläutert. Basierend auf diesem Wissen wird dann die Funktion der Picture Styles erläutert, mit deren Hilfe es möglich ist, das Bild für die Farbkorrektur zu optimieren

Inhaltsverzeichnis

Bibliografische Beschreibung.....	V
Autoreferat.....	V
Inhaltsverzeichnis	VI
Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	XIV
Abkürzungsverzeichnis	XV
Einleitung.....	1
1 Videoaufnahmen mit der Canon EOS 5D MK II	2
1.1 Allgemeines.....	2
1.2 CMOS- Sensor.....	3
1.2.1 Bayer- Filter.....	3
1.2.2 Vorteile des CMOS- Sensors.....	5
1.3 Canon DIGIC IV Bildprozessor	7
1.4 Videodateiformat und Komprimierung	8
1.4.1 Quicktime Dateiformat MOV	8
1.4.2 H.264 Codec	9
2 Licht und Farbe	14
2.1 Das elektromagnetische Spektrum	14
2.2 Das menschliche Auge.....	14
2.3 Wirkung von Farben	15
2.4 Subtraktive Farbmischung.....	16
2.5 Additive Farbmischung	17
3 Digitale Farbkorrektur in der Postproduktion	19
3.1 Primäre Farbkorrektur	19
3.2 Sekundäre Farbkorrektur.....	19
3.3 Hardware.....	20
3.3.1 Arbeitsplatzumgebung.....	20

3.3.2	Monitoring	21
3.3.3	Spezielle Geräte.....	21
3.3.3.1	Waveform- Monitor.....	22
3.3.3.2	Vektorskop	23
3.4	Software	24
3.5	Globale Kontrastanpassung	26
3.5.1	Schwarzwert.....	26
3.5.2	Lichter	28
3.5.3	Gamma	29
3.5.4	Bildkontrast definieren	30
3.5.5	Die Luminanzkurve.....	32
3.5.6	Das Histogramm.....	35
3.6	Helligkeit und Kontrast.....	37
3.7	Farbkorrektur.....	38
3.7.1	Farbstich erkennen.....	38
3.7.2	Farbbalance einstellen	39
3.7.3	RGB- Curves.....	44
3.7.4	RGB- Regler.....	50
3.7.5	Farbsättigung einstellen	51
4	Die Funktion der Picture Styles.....	52
4.1	Picture Styles im Allgemeinen	52
4.2	Einstellmöglichkeiten von Picture Styles in der Kamera.....	52
4.3	Voreingestellte Picture Styles	53
4.4	Der Picture Style Editor	55
4.4.1	Eigene Picture Styles erstellen	56
4.4.2	Picture Styles auf die Kamera übertragen und anwenden	57
4.5	Picture Styles aus dem Internet.....	58
4.6	Technicolor Cine Style.....	61
4.7	Arbeiten mit Cine Style und Magic Lantern.....	64
5	Zusammenfassung.....	67
Literatur	69
	Literaturverzeichnis	69
	Fachzeitschriften	69
	Grafiken	70
Anlagen	75

Anlage 1: Profile des H.264 Codec.....	A-1
Anlage 2: Level des H.264 Codec	A-2
Anlage 3: Übersicht der Farbwirkungen.....	A-3
Danksagung.....	V
Selbstständigkeitserklärung	VI

Abbildungsverzeichnis

Seite 2:

Abbildung 1: Canon EIS 5D MK II von Vorne und Hinten

Seite 4:

Abbildung 2: Oben: Ausschnitt eines Bayer Filters – Unten: Funktion der Farbfilter

Seite 5:

Abbildung 3: Veränderung des Blickwinkels in Abhängigkeit der Sensorgröße

Seite 6:

Abbildung 4: Zusammenhang zur Berechnung der Brennweite

Seite 7:

Abbildung 5: Bildrauschen

Seite 8:

Abbildung 6: Live View mit on-screen Audio Meter links oben im Bild

Seite 11:

Abbildung 7: Bildaufteilung in 8x8 und 4x4 große Makroblöcke

Abbildung 8: GOP mit I-, B- und P- Frames und deren Verweisungen auf vorherige und spätere Frames

Seite 13:

Abbildung 9: Farbauflösung bei 4:2:0 (Weiß = Luminanz, Grau = C_R bzw. C_B)

Seite 10:

Abbildung 10: Für den Menschen erfassbares Farbspektrum

Seite 16:

Abbildung 11: Primär- und Sekundärfarben in der subtraktiven Farbmischung

Seite 18:

Abbildung 12: Primär- und Sekundärfarben in der additiven Farbmischung

Seite 20:

Abbildung 13: Helligkeitswahrnehmung in Abhängigkeit der Umgebung

Seite 22:

Abbildung 14: Tektronix WVR7100

Seite 23:

Abbildung 15: Bildanzeige auf dem Waveform- Monitor

Seite 24:

Abbildung 16: Farbbalkentestbild auf dem Vektorskop

Seite 25:

Abbildung 17: da Vinci Resolve

Abbildung 18: Apple Color – Primary In Room (Oberfläche für die primäre Farbkorrektur)

Seite 26:

Abbildung 19: Bild mit falsch eingestelltem Schwarzwert

Seite 27:

Abbildung 20: Korrigiertes Bild

Seite 28:

Abbildung 21: Bild mit geclipptem Himmel und etwas breiterer Himmelslinie

Seite 29:

Abbildung 22: Bild mit leicht abgesenktem Gamma

Seite 30:

Abbildung 23: Ausgangsbild

Seite 31:

Abbildung 24: Erhöhter Kontrast zwischen Schatten und Mitteltönen

Abbildung 25: Erhöhter Kontrast zwischen Mitteltönen und Lichtern

Seite 32:

Abbildung 26: Curves im Primary In Room in Color

Seite 33:

Abbildung 27: S- Curve

Seite 34:

Abbildung 28: Vergleich der Anpassung der Schatten ohne (oben), mit einem (Mitte), oder mit zwei (unten) Isolationspunkten

Seite 36:

Abbildung 29: Low- Key Aufnahme, analysiert mit Histogramm und Waveform- Monitor

Seite 37:

Abbildung 30: Testtafel mit Veränderung des Helligkeitsreglers

Seite 39:

Abbildung 31: Testtafel links neutral, rechts mit blauem Farbstich

Seite 40:

Abbildung 32: Testtafel korrigiert

Seite 41:

Abbildung 33: Links Foto mit einem falschen Weißabgleich, rechts korrigiertes Bild

Seite 42:

Abbildung 34: Vektorskop mit I-Linie

Seite 43:

Abbildung 35: Beispielbilder für Cursorpositionen: 1. Zeile: Ausgangspunkt, 2. Zeile: Korrektur nach Rot, 3. Zeile: Korrektur nach Gelb, 4. Zeile: Korrektur nach Grün

Seite 44:

Abbildung 36: Verschiebung des Cursors bei gleichzeitigem Belassen des Rots auf dem Ausgangslevel

Seite 45:

Abbildung 37: Beispielbild mit extremem grünem Farbstich

Seite 46:

Abbildung 38: Bild nach Anpassung von Schwarzwert und Lichtern

Seite 48:

Abbildung 39: Bild nach Anpassung der Lichte im Blaukanal

Seite 49:

Abbildung 40: Finales Bild nach Korrektur

Seite 50:

Abbildung 41: Beispielbild für RGB Regler

Seite 55:

Abbildung 42: Beispielbilder für die einzelnen Picture Styles (*Standard* links oben, *Portrait* rechts oben, *Landschaft* links mitte, *Natürlich* rechts mitte, *Neutral* unten)

Seite 56:

Abbildung 43: Picture Style Editor, im linken Fenster mit Vorher- Nachher- Ansicht

Seite 57:

Abbildung 44: Darstellung des HSL- Farbraums

Seite 58:

Abbildung 45: EOS Utilities (links) und Fernsteuerung (rechts), farbig markiert ist der Bereich für die Picture Styles

Seite 60:

Abbildung 46: Picture Style Superflat (oben) Im Vergleich zum Stil Neutral (unten)

Seite 61:

Abbildung 47: Picture Style Fuji Pro 160C (oben), Kodak Portra 160 NC (unten)

Seite 62:

Abbildung 48: Vergleich Picture Style Neutral (links), Technicolor Cine Style (rechts)

Seite 63:

Abbildung 49: Vergleich der relativen Helligkeit – REC 709 (links), logarithmisch (rechts)

Seite 65:

Abbildung 50: Menüs von Magic Lantern

Tabellenverzeichnis

Seite 66:

Tabelle 1: Vergleich der Datenraten beim Drehen

Abkürzungsverzeichnis

1080p	Darstellung von Videos in der Auflösung 1920x1080 mit progressiver Bilddarstellung
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
Codec	Oberbegriff für Verfahren zur Datenumwandlung und -reduktion
DSLR	digital single lens reflex – englisch für digitale Spiegelreflexkamera
HDTV	High-Definition Television
Interlaced	Zeilensprungverfahren, indem zuerst die ungerade und dann die gerade Bildzeilen angezeigt werden
ISO	Spezifikation für Filmempfindlichkeit (entspricht ASA)
JPEG	Joint Photographic Experts Group
MHz	Megahertz = 10^6 Hertz – Einheit für die Frequenz
Nm	Nanometer = 10^{-9} Meter – Einheit für Länge
NTSC	National Television Systems Committee – US-Amerikanische Fernsehnorm
PAL	Phase-Alternation-Line – europäische Fernsehnorm, die die Fehler bei NTSC beseitigt
Progressiv	Bilddarstellung mit Vollbildern
RAW	Rohdatenformat, bei dem die Daten nahezu unbearbeitet gespeichert werden
SDTV	Standard-Definition Television
THz	Terahertz = 10^{12} Hertz
USB	Universal Serial Bus – PC Schnittstelle

Einleitung

Bereits Aristoteles erkannte das Grundprinzip, dass Licht, welches durch ein ausreichend kleines Loch in einen dunklen Raum einfällt, ein auf dem Kopf stehendes Abbild der Außenwelt projiziert. Leonardo da Vinci entwickelte daraus die Funktionsweise der Camera obscura (lat.: Dunkle Kammer), welche noch einen großen dunklen Raum benötigte. Im 17. Jahrhundert wurde die Kamera dann zu einem kleinen transportablen Kasten weiter entwickelt.

Johann Heinrich Schulze (1687 – 1744) und Carl Wilhelm Scheele (1742 - 1786) befassten sich mit der chemischen Veränderung von Substanzen durch Sonnenlicht. Erste nachweisbare Ergebnisse zum Fixieren von Bildern sind vom Ende des 18. Jahrhunderts durch Joseph Nicéphore Niépce und Thomas Wedgwood bekannt.

Seit damals ist viel Zeit vergangen und die Fotografie hat sich enorm weiter entwickelt. Die analoge Fotografie ist nur noch wenig verbreitet und wurde größtenteils durch Digitalkameras ersetzt. Durch diesen Wandel hat sich auch die Art zu fotografieren verändert. Wurde früher noch auf den richtigen Moment für das Auslösen gewartet und nach dem richtigen Bildausschnitt gesucht, so ermöglicht die digitale Welt heute mit immer größeren Speicherkarten eine schier unendliche Anzahl an Bildern zu schießen, aus denen dann das Passende ausgewählt wird.

Seit der Canon EOS 5D MK II war es möglich, mit einem Fotoapparat Filme in voller HD Auflösung aufzunehmen. Durch den großen Sensor der 5D wurden Aufnahmen mit deutlich geringerer Schärfentiefe erreichbar, wie man sie bisher nur aus dem analogen Filmbereich oder von teuren Digitalkameras, kannte.

Diese Bachelorarbeit befasst sich mit der Filmfunktion der Canon EOS 5D MK II und der anschließenden Farbkorrektur. Hierbei wird zunächst die Filmfunktion der Canon EOS 5D MK II aus technischer Sicht betrachtet. Anschließend wird kurz auf die Farblehre eingegangen. Einen großen Teil umfasst der Bereich der Farbkorrektur, in dem gezeigt wird, wie das Bild grundlegend optimiert wird und wie verschiedene Aufnahme- und Belichtungsfehler aussehen, die das Material unbrauchbar machen können. Anschließend wird die Picture Style Funktion der Canon erläutert und gezeigt, wie die Aufnahmen mit der 5D verbessert werden können. Zum Schluss wird das qualitativ beste Aufnahmesetup aus einer Kombination von Picture Styles und Magic Lantern vorgestellt.

1 Videoaufnahmen mit der Canon EOS 5D MK II

1.1 Allgemeines

Die Canon EOS 5D MK II ist eine Vollformat Spiegelreflexkamera mit einem 21,1 Megapixel CMOS- Sensor und wurde am 17. September 2008 offiziell von Canon vorgestellt¹. Neben den exzellenten Ergebnissen in der Fotografie konnte diese Kamera als erste Spiegelreflexkamera in voller 1080p-HDTV-Auflösung, das heißt mit 1920 horizontalen und 1080 vertikalen Pixel und Bildraten von 24, 25 und 30 Vollbildern pro Sekunde (nach dem Firmwareupdate) Filmsequenzen aufzeichnen. Somit stellt sie ein Bindeglied zwischen Fotografie und der Filmbranche dar. Zur Speicherung der Videodaten wird der MPEG-4 AVC bzw. H.264 Codec im QuickTime- Format MOV verwendet.²

Eine weitere Neuerung der Kamera ist der neue DIGIC-4-Bildprozessor, welcher ISO-Werte von bis zu 25.600 ISO erlaubt und eine Serienbildrate von 3,9 Bildern pro Sekunde ermöglicht. Mit diesem Prozessor sind 8 (RAW/JPEG-Simultanaufnahme) bzw. 78 (JPEG-Fine) Bilder in Folge möglich.³



Abbildung 1: Canon EOS 5D MK II von vorne und hinten

¹ http://www.digitalkamera.de/Meldung/Canon_EOS_5D_Mark_II_mit_21_1_Megapixel_Vollformat_CMOS_und_Video/5168.aspx, Zugriff am 16.04.2011

² http://www.traumflieger.de/desktop/5Dmk2/EOS_5D_MarkII_im_Test.php, Zugriff am 16.04.2011

³ http://www.canon.de/for_home/product_finder/cameras/digital_slr/eos_5d_mark_ii/index.aspx?specs=1, Zugriff am 16.04.2011

1.2 CMOS- Sensor

Der CMOS- Sensor (eigentlich Active Pixel Sensor (APS) genannt) der Canon EOS 5D MK II ist ein optisch- elektronischer Wandler. Seine Maße sind mit 36 x 24 mm (B x H) größer, als beispielsweise der Super35 Sensor der RED ONE (24,4 x 13,7mm) und entspricht in seinen Ausmaßen dem analogen Kleinbildformat ^{4 5}. Die RED ONE ist eine digitale 35mm Filmkamera. Sie wird hauptsächlich im Film- und Werbebereich eingesetzt und ist aufgrund ihrer modulartigen Bauweise sehr vielseitig einsetzbar.

1.2.1 Bayer- Filter

Da jede Fotozelle auf dem Sensor nur Helligkeitswerte erfassen kann, müssen auf die einzelnen Zellen Farbfilter in einer der drei Grundfarben Rot, Grün oder Blau angebracht werden. Hierbei wechseln sich in einer Zeile Rot und Grün und in der nächsten Zeile Blau und Grün ab. Somit liefert jede Zelle nur Informationen für einen Spektralbereich. Auf einem Fotosensor gibt es immer doppelt so viele Fotozellen für Grün wie für Rot oder Blau. Der Sensor besteht folglich aus 50% Grün, 25% Rot und 25% Blau.⁶ Der Grund für diese Aufteilung ist die maximale Empfindlichkeit der sich im menschlichen Auge befindlichen Stäbchen, die eigentlich nur für die Helligkeitswahrnehmung zuständig sind, für die Farbe Grün im Vergleich zu allen anderen Farben, die nur über die Zapfen wahrgenommen werden können⁷.

Dieses Filtersystem wurde vom Kodak-Mitarbeiter Bryce E. Bayer erfunden und nennt sich „Bayer- Filter“.⁸

⁴ http://www.canon.de/for_home/product_finder/cameras/digital_slr/eos_5d_mark_ii/index.aspx?specs=1, Zugriff am 16.04.2011

⁵ <http://www.red.com/products/red-one>, Zugriff am 17.04.2011

⁶ <http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/camera-sensors.htm>, Zugriff am 17.04.2011

⁷ <http://www.fachwörter.ch/index.php/fachwörter-a-z/a/augenempfindlichkeit>, Zugriff am 17.04.2011

⁸ <http://www.siliconimaging.com/RGB%20Bayer.htm>, Zugriff am 17.04.2011

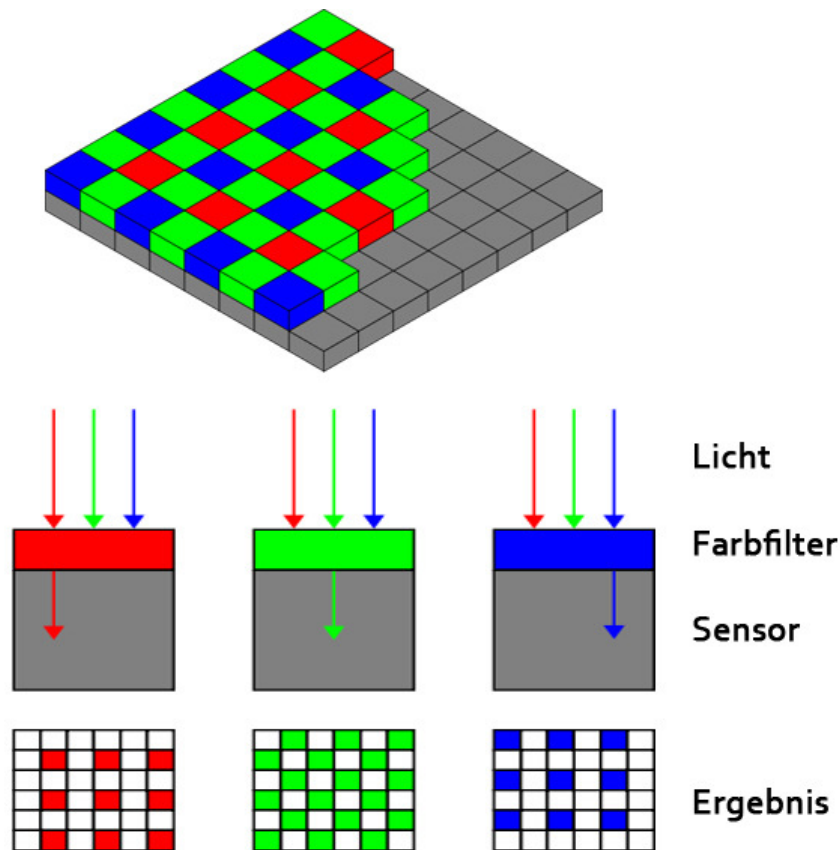


Abbildung 2: Oben: Ausschnitt eines Bayer-Filters - Unten: Funktion der Farbfilter

Um aus diesen Informationen einen Pixel zu generieren, müssen, abhängig von der verwendeten Farbinterpolationsmethode, verschiedene Algorithmen angewendet und mehrere Fotozellen zusammen gezogen werden um einen Farbpixel zu erzeugen. Dabei variieren die Algorithmen in ihrer Komplexität und ihrem Rechenaufwand drastisch. Der einfachste Algorithmus ist der so genannte 2x2 Operator bei dem die Fotozellen reihenweise durchlaufen werden und die vorhandenen Farbkomponenten verwendet werden ohne auf die Nachbarpixel zu achten. Durch diese Art der Berechnung werden die roten und blauen Pixel vervierfacht und die grünen Pixel verdoppelt.

Für Vorschaubilder in der Kamera wird gern, wegen des geringen Rechenaufwands, eine leicht abgewandelte Form verwendet. Hierbei werden die drei Farbkanäle einzeln betrachtet und dann übereinander gelegt. Dadurch erhält man ein Bild mit halber horizontaler und vertikaler Auflösung, wobei die einzelnen Farbauszüge, aufgrund der Anordnung des Filters auf dem Chip, gegenüber der Realität um einen halben Pixel verschoben sind.

Für das endgültige Bild werden weit aus komplexere Verfahren angewandt, die deutlich mehr Parameter betrachten und verarbeiten. Hierzu werden beispielsweise mehrere Fotozellen betrachtet um mögliche Kanten, die sich durch das Bild ziehen, zu erkennen und diese zu gewichten und eine saubere Kante zu gewährleisten.⁹

⁹ http://www.matrix-vision.com/info/articles/pdf/art_bayermosaic_de.pdf, Zugriff am 18.04.2011

1.2.2 Vorteile des CMOS- Sensors

Dieser große Sensor bringt einige Vorteile im Vergleich zu kleineren Chips mit sich. Beispielsweise ist der Bildwinkel und damit das Sichtfeld bei gleich bleibender Brennweite größer, je größer das Aufnahmemedium, also der Sensor ist. Aus diesem Grund besitzen kleinere Sensoren einen Crop Faktor (auch Formatfaktor genannt), das heißt einen Umrechnungsfaktor für die Brennweitenangabe auf den Optiken, da sich diese Angaben immer auf das Kleinbildformat beziehen.¹⁰ Beispielsweise besitzen Kameras mit einem APS-C Sensor, welcher eine Größe von 20,7 x 13,8 mm bis 28,7 x 19,1 mm aufweist, einen Crop Faktor zwischen 1,3 und 1,7 (Je nach Hersteller und Modell unterschiedlich). Dieser Faktor beschreibt eine Brennweitenverlängerung. Eine Optik mit 50mm Brennweite im Kleinbildformat hat nach der Umrechnung eine Brennweite zwischen 65mm und 85mm.¹¹

Der Bildwinkel beschreibt in diesem Zusammenhang den Teil des Bereichs, der auf der Filmebene abgebildet wird. Die wesentlichen Aspekte, die Einfluss auf den Bildwinkel nehmen, sind die Brennweite und die Sensorgröße. Meist wird der Bildwinkel auf Basis der Sensordiagonale angegeben. Ein großer Bildwinkel ermöglicht es, einen größeren Gegenstandsraum abzubilden, ein kleiner Bildwinkel zeigt nur einen Ausschnitt.¹²

$$\text{Bildwinkel} = 2 * \arctan\left(\frac{\text{Sensordiagonale}}{2 * \text{Brennweite}}\right)$$

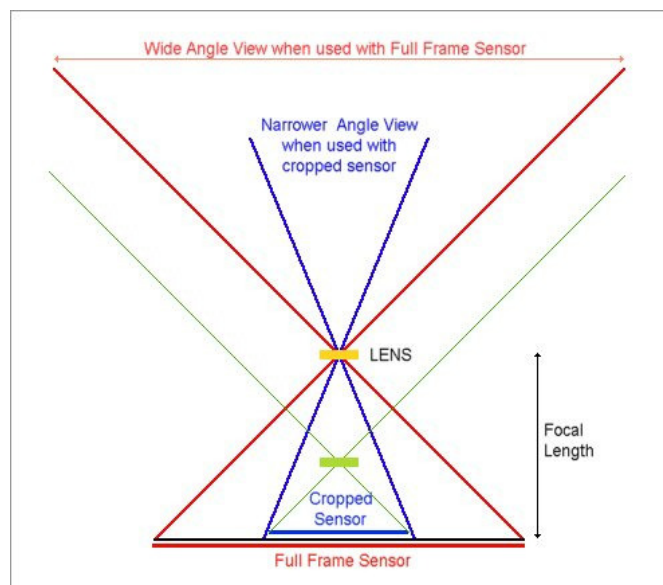


Abbildung 3: Veränderung des Blickwinkels in Abhängigkeit der Sensorgröße

¹⁰ http://www.bobatkins.com/photography/tutorials/crop_sensor_cameras_and_lenses.html, Zugriff am 16.04.2011

¹¹ http://www.dpreview.com/learn/?/Glossary/Camera_System/sensor_sizes_01.htm, Zugriff am 17.04.2011

¹² <http://www.fotocommunity.de/info/Bildwinkel>, Zugriff am 17.04.2011

Um ein Objekt formatfüllend abzubilden, muss bei einer Kamera mit einem Sensor im Kleinbildformat, im Vergleich zu einer Kamera mit beispielsweise einem 1/3 Zoll Chip, eine ungefähr fünfmal so große Brennweite verwendet werden, da der Sensor eine fünfmal so große Diagonale aufweist. Berechnet wird dies nach folgender Formel:

$$\text{Brennweite} = \text{Entfernung} * \frac{\text{Sensorgröße}}{\text{Objektgröße}}$$

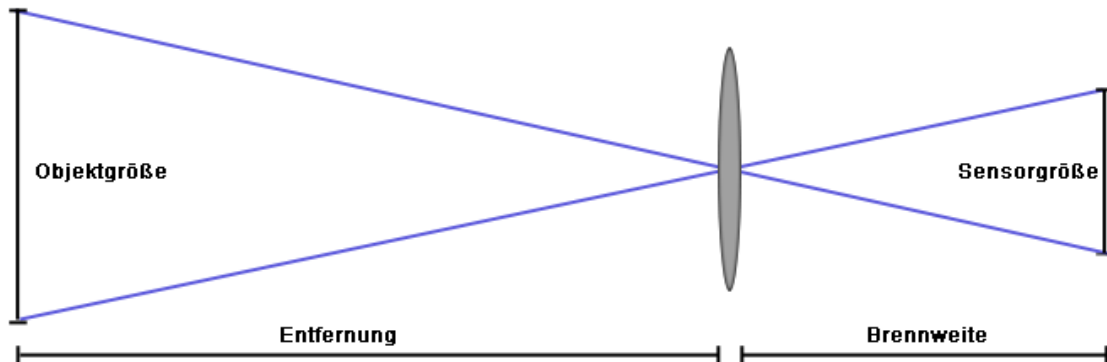


Abbildung 4: Zusammenhang zur Berechnung der Brennweite

Eine höhere Brennweite bedeutet eine geringere Schärfentiefe, welche ebenfalls einen bedeutenden Aspekt dieser Kamera darstellt.

Diese geringe Schärfentiefe erreichte man bisher nur mit analogen 16mm beziehungsweise 35mm Kameras oder aufwendigen Adaptern vor der Kameraoptik.

Um die Schärfentiefe einer Optik zu berechnen, ist es zunächst nötig, dessen Hyperfokaldistanz H zu ermitteln. Unter der Hyperfokaldistanz versteht man die Schärfeneinstellung am Objektiv, bei der alles zwischen der halben eingestellten Distanz und unendlich scharf abgebildet wird. Wenn beispielsweise die Hyperfokaldistanz zehn Meter beträgt, wird alles zwischen fünf Meter und Unendlich scharf dargestellt.

Für die Berechnung sind der Unschärfekreis u (auch Zerstreuungskreis genannt), die Brennweite f und die Blende k nötig. Zudem ist das Ergebnis anschließend mit 1000 zu dividieren, um eine Angabe in Meter zu bekommen.

Für den Unschärfekreisdurchmesser wird normalerweise ein Wert zwischen 0,01mm und 0,04mm als akzeptabel angesehen, die Canon EOS 5D MK II hat aufgrund ihres großen Sensors einen Durchmesser von 0,03mm. Zerstreuungskreise entstehen, wenn Lichtstrahlen von Objekten, auf die nicht fokussiert wurde, auf den Sensor treffen.

Formel:

$$H = \frac{f^2}{u * k * 1000}$$

Beispiel:

$$H = \frac{75mm * 75mm}{0,03mm * 5,6 * 1000} \quad H = 33,48m$$

Ist die Hyperfokaldistanz bestimmt, lassen sich die Nah- und Ferngrenze des scharf dargestellten Bereichs mit folgender Formel einfach berechnen. Die Größe d gibt hierbei die am Objektiv eingestellte Entfernung an.

Formel:

$$\text{Nah: } \frac{H * d}{H + d}$$

$$\text{Fern: } \frac{H * d}{H - d}$$

Beispiel:

$$\text{Nah: } \frac{33,48m * 5m}{33,48m + 5m} = 4,35m$$

$$\text{Fern: } \frac{33,48m * 5m}{33,48m - 5m} = 5,88m$$

Für eine Optik mit 75mm Brennweite bei einer Blende von 5,6 und einem Abstand von fünf Metern ergibt sich nach obiger Berechnung eine Schärfentiefe von 1,53 Metern.

1.3 Canon DIGIC IV Bildprozessor

Der Bildprozessor spielt bei der Erzeugung eines digitalen Bildes eine wesentliche Rolle, indem er die aus den einzelnen Fotozellen kommenden Daten über Farbton, Sättigung und Helligkeit zu einem Pixel mit korrekten Farb- und Helligkeitswerten verrechnet. Hierbei wird nicht jeder Pixel einzeln betrachtet, sondern auch die umliegenden Pixel mit in die Berechnung einbezogen. Um die korrekte Kontrastverteilung zu bestimmen, muss das gesamte Bild analysiert werden. Je aufwendiger das verwendete Verfahren, umso höher ist die Qualität des fertigen Bildes.

Ein Kriterium der Güte des Algorithmus ist die Rauschunterdrückung. Als Rauschen bezeichnet man eine Bildstörung, die sich als von der Umgebung abweichender Farb- und Helligkeitswert zeigt. Es entsteht hauptsächlich bei hohen ISO-Werten, da das Signal und somit auch das Grundrauschen elektronisch im Bildsensor verstärkt werden, wodurch das Signal-Rausch-Verhältnis sinkt.

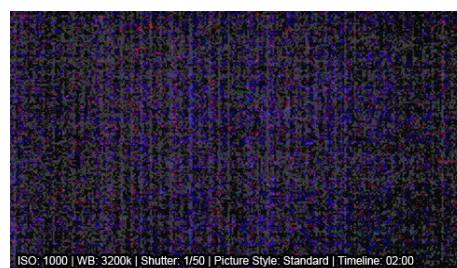


Abbildung 5: Bildrauschen

Nachdem die einzelnen Pixel berechnet wurden, wird das Bild zunächst etwas weich gezeichnet um mögliche Farbverschiebungen auszugleichen. Danach werden die Kanten und Konturen nachgeschärft, damit am Ende ein scharfes Bild entsteht.¹³

¹³ http://oly-e.de/pdf/WP_TruePic.pdf, Zugriff am 20.04.2011

Seit 2008 verwenden alle Canon Kameras den neuen DIGIC IV Bildprozessor mit dem Echtzeitbetriebssystem DryOS¹⁴. Der Prozessor steuert neben der Bildberechnung und -komprimierung auch alle wichtigen Kamerafunktionen, wie die Steuerung der Speicherkartenfunktion, Belichtungs- und Blendensteuerung, Autofokus, Weißabgleich und Steuerung des LCD-Bildschirms.¹⁵

Mit der *Magic-Latern-Firmware* existiert ein Firmwareupdate für die EOS 5D MK II, was die Filmfunktionen der Kamera verbessert. Unter anderem besitzt die Kamera im Filmmodus ein on-screen Audio-Meter zum Pegeln des Tones, welches bei der Aufnahme sichtbar ist, ebenso eine Zebra-Funktion zur Belichtungskontrolle sowie das Anzeigen selbst erstellter Frame Guides für Bildformate, wie 16:9 oder 2,35:1.¹⁶



Abbildung 6: Live View mit on-screen Audio Meter links oben im Bild

1.4 Videodateiformat und Komprimierung

1.4.1 Quicktime Dateiformat MOV

Die Canon EOS 5D MK II nutzt zur Videoaufzeichnung das Containerformat Quicktime MOV¹⁷. Containerformat beschreibt nur die Art und die Struktur, wie die Daten gespeichert werden. Es können sowohl Video- und Audiodaten, als auch Verweise zu anderen Daten in anderen Dateien (Quicktime Reference) gespeichert werden.¹⁸

¹⁴ http://www.canon.com/technology/canon_tech/explanation/dryos.html, Zugriff am 30.04.2011

¹⁵ http://www.canon.com/technology/interview/digic4/digic4_p1.html, Zugriff am 01.06.2011

¹⁶ magiclantern.wikia.com, Zugriff am 20.04.2011

¹⁷ http://www.canon.de/for_home/product_finder/cameras/digital_slr/eos_5d_mark_ii/index.aspx?specs=1, Zugriff am 16.04.2011

¹⁸ <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Containerformat-container-format.html>, Zugriff am 21.04.2011

Apple Inc. entwickelte 1991 dieses Format für multimediale Inhalte, welches sich besonders durch Robustheit, Flexibilität und Erweiterbarkeit auszeichnet. Neben Video- und Audiodaten kann Quicktime unter anderem Untertitel, Timecodes und Kapitelmarken speichern.¹⁹

Das Quicktime-Format besteht aus einer Baumstruktur, die hierarchisch auf einem Modell von Objekten aufgebaut ist. Das kleinste Objekt wird Atom genannt. Abhängig von der Art der gespeicherten Daten und dessen Funktion in der Hierarchie entscheidet sich, zu welcher Art das Atom gehört. Atome, die Verzweigungen zu untergeordneten Atomen (Children - Kinder), besitzen, werden in Quicktime als Container bezeichnet und bilden das Parent Atom. Verzweigungslose Atome werden Leaf Atome genannt und beinhalten zumeist Daten in Form von Tabellen.²⁰ Weitere Atome sind unter anderem das QT-Atom, Free-, Space- und Skip- Atome, Preview- Atome für kleine Vorschaubilder sowie das Movie- Atom, welches der Container für die Informationen ist, die die eigentlichen Filmdaten beschreiben.²¹

1.4.2 H.264 Codec

Die aufgenommenen Videodaten, die im Containerformat MOV abgespeichert werden, werden mit dem sehr effizienten Videocodec H.264/MPEG-4 AVC codiert²². Dieser Codec gehört zu den H.Standards. AVC steht für *Advanced Video Coding* und beschreibt den Part 10 des MPEG-Standards (MPEG-4/Part 10, ISO/IEC 14496-10). Entwickelt wurde der Codec in enger Kooperation von der ISO/IEC MPEG- Gruppe und dem Joint Video Team (JVT). Im Jahre 2003 ist er als Standard veröffentlicht worden, nachdem bereits im Jahre 1997 mit dem H.26L ein erster Versuch in diese Richtung gewagt wurde.²³

Ziel dieses neuen Videostandards war es, die Schwachstellen der bisherigen Standards zu beheben:

- Senkung der Bitrate um 50% bei gleich bleibender Bildqualität
- Hohe Fehlertoleranz um Übertragungsfehler auszugleichen
- Geringe Latenz und bessere Qualität bei höherer Latenz
- Flexible Unterstützung verschiedener Anwendungsgebiete mit unterschiedlichen Bitanforderungen

¹⁹ <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/QuickTime-QuickTime.html>, Zugriff am 21.04.2011

²⁰ Arne Heyna, Marc Briede, Ulrich Schmidt: *Datenformate im Medienbereich*, 2003, S.175-S.186

²¹ http://swlab.et.fh-duesseldorf.de/pc_pool/lernmodule/multimediateien/kapitel42.htm, Zugriff am 21.04.2011

²² http://www.canon.de/for_home/product_finder/cameras/digital_slr/eos_5d_mark_ii/index.aspx?specs=1, Zugriff am 16.04.2011

²³ Arne Heyna, Marc Briede, Ulrich Schmidt: *Datenformate im Medienbereich*, 2003, S.99-S.101

Bei der Videokomprimierung werden nicht benötigte Daten für eine effiziente Speicherung und Übertragung reduziert und eliminiert. Bei diesem Vorgang wird das Ausgangsvideomaterial über einen Algorithmus in einen komprimierten Datenstrom umgewandelt (encodiert). Bei der Wiedergabe wird ein inverser Algorithmus angewendet, der ein, in den wesentlichen Punkten, identisches Bild liefert. Die Latenzzeit, die dabei benötigt wird, beschreibt die benötigte Zeit zur Komprimierung, Übertragung, Dekomprimierung und Wiedergabe. Je komplexer der Komprimierungsalgorithmus ist, desto höher ist bei gleicher Rechenleistung auch die Latenzzeit.

Jeder Videostandard nutzt seine eigenen Methoden und Algorithmen zur Komprimierung. Aus diesem Grund gibt es signifikante Unterschiede in Bezug auf Bitrate, Qualität und Latenzzeit.

Neben dem neuen Komprimierungsverfahren war die Vielseitigkeit und Einfachheit Ziel dieses Codec's. Aus diesem Grund wurden 7 Profile (algorithmische Funktionen) und 11 Level (Leistungsklassen) für gängige Produktionen und Formate definiert.²⁴ Eine Auflistung der Profile und Level befinden sich in Anhang 1 und 2²⁵.

Die Profile sind auf bestimmte Anwendungsklassen ausgerichtet und definieren die jeweils zu verwendende Komplexität der De- und Encodierung. Die Bandbreite reicht vom *Baseline Profile (BP)* für einfache Videokonferenzen und geringem Rechenaufwand bis zum *High 4:4:4 (Hi444)*, welches vierfache Abtastung der Farbkanäle bei 14 Bit Samplegröße erlaubt.

Das Leistungsspektrum der Level umfasst 11 Leistungsstufen, die den Codec im Bereich Leistung, Bandbreite, Speicher und Codierrate in Makroblöcken pro Sekunde für Auflösungen von QCIF (Quarter Common Intermediate Format – 176 x 144 Pixel²⁶) bis HDTV begrenzen. Jeder Makroblock wird separat vom Codierer untersucht und die Veränderungen in den Einzelbildern gespeichert. Im Vergleich zum normalen MPEG-4 Verfahren, wo die Makroblöcke zwischen 16x16 beziehungsweise 8x8 Pixel groß sind, werden beim H.264 Codiervorgang die Makroblöcke in bis zu 4x4 Pixel große Unterblöcke aufgeteilt. Diese genauere Abtastung verbessert die Bildanalyse, sodass die Bewegungsvektoren auf ein Viertel Pixel genau bestimmt werden können und verringert die Anfälligkeit für Bildartefakte. Die Makroblöcke werden aus verschiedenen Bereichen des gesamten Bildes zu Slices zusammengefasst, wobei sie auffällige Muster bilden oder vollkommen willkürlich sein können. Somit wird eine Redundanzreduktion erzielt, das heißt, die Daten werden in eine Speicherplatz sparende Form überführt.²⁷

²⁴ www.video-sicherheit.net/downloads/axish264.pdf, Zugriff am 23.04.2011

²⁵ <http://de.wikipedia.org/wiki/H.264>, Zugriff am 18.04.2011

²⁶ <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/quarter-common-intermediate-format-QCIF-QCIF-Darstellformat.html>, Zugriff am 23.04.2011

²⁷ Arne Heyna, Marc Briede, Ulrich Schmidt: *Datenformate im Medienbereich*, 2003, S.99-S.101

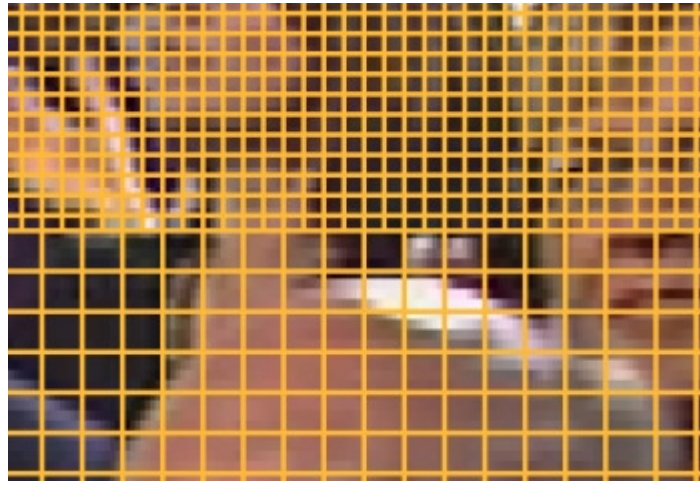


Abbildung 7: Bildaufteilung in 8x8 und 4x4 große Makroblöcke

Abhängig vom verwendeten Profil kann der Encoder verschiedene Frames erzeugen:

- Der I-Frame oder Intra- Frame ist ein eigenständiger Frame und enthält die gesamten Bildinformationen ohne Verweise auf andere Frames. In einer neuen Videosequenz ist ein I- Frame immer das erste Bild und wird außerdem in regelmäßigen Abständen in den Datenstrom eingefügt. Die Datengröße eines solchen Frames ist sehr groß, dafür ist dieser Frame relativ unempfindlich für Artefaktbildung.
- P-Frames verweisen in ihrer Codierung auf Teile vorheriger I- oder P-Frames. Da diese nur Bildänderungen speichern, sind sie deutlich kleiner, aber auch deutlich anfälliger für Bildfehler.
- B-Frames verweisen im Vergleich zu P-Frames nicht nur auf vorherige Frames, sondern auch auf spätere.²⁸

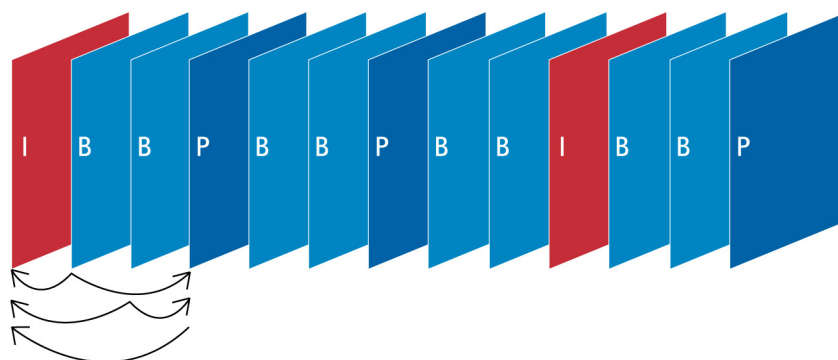


Abbildung 8: GOP mit I-, B- und P- Frames und deren Verweisungen auf vorherige und spätere Frames

²⁸ www.video-sicherheit.net/downloads/axish264.pdf, Zugriff am 23.04.2011

Eine Sequenz aus mehreren Frames wird Group of Pictures (GOP = Bildergruppe) genannt und ist eine Struktur, in der die verschiedenen Frames angeordnet sind. Ein GOP beginnt immer mit einem I-Frame, auf das die folgenden Frames aufbauen. Zwischen den I-Frames werden die P- und B-Frames angeordnet. Es können aber auch mehrere I-Frames in einem GOP vorhanden sein.

Die GOP- Struktur lässt sich mit 2 Parametern definieren, beispielsweise M=3 und N=12. Die erste Zahl beschreibt den Abstand zwischen 2 zusammenhängenden Frames (I- oder P- Frame). Die zweite Zahl gibt den Abstand zwischen 2 vollwertigen Bildern (I- Frames) an, welche gleichzeitig die GOP- Länge ist. Für das hier genannte Beispiel würde die GOP- Struktur so aussehen: IBBPBBPBBPBBI.²⁹

Ab einer Länge von 4 Bildern in einer GOP spricht man von Long GOP. Je länger ein GOP, desto stärker ist die Kompression des gesamten Videomaterials, aber auch der Rechenaufwand, das Material wieder zu decodieren.³⁰

Durch die höhere Kompression bei gleich bleibender Bildqualität ist dieser Codec zum Standard für das neue digitale High Definition Fernsehen geworden, welches eine bis zu fünfmal so hohe Datenrate benötigt.

Dieser Codec wird aber nicht nur im digitalen Fernsehen eingesetzt, sondern auch bei den mobilen Fernsehstandards DVB-H und DMB sowie bei weiteren mobilen Endgeräten, wie dem iPhone, der Playstation Portable oder Video- und Digitalkameras.³¹

Bei der Canon EOS 5D MK II werden die Komponentensignale $YC_R C_B$ im Verhältnis 4:2:0 und einer 8-Bit Quantisierung aufgezeichnet³². Diese Angabe beschreibt das Verhältnis der Auflösung zwischen dem Luminanzsignal, welches mit 74,25 MHz abgetastet wird, und den beiden Farbdifferenzsignalen³³. Im Wechsel wird eine Bildzeile mit 4:2:2 und die darauf Folgende mit 4:0:0 digitalisiert. Eine Zeile, die keine Farbinformationen besitzt, übernimmt die Farbinformationen der Vorherigen.³⁴

²⁹ http://en.wikipedia.org/wiki/Group_of_pictures, Zugriff am 23.04.2011

³⁰ <http://bet.de/Lexikon/Begriffe/LongGOP.htm>, Zugriff am 23.04.2011

³¹ <http://de.wikipedia.org/wiki/H.264>, Zugriff am 18.04.2011, Zugriff am 23.04.2011

³² <http://www.cinema5d.com/viewtopic.php?f=14&t=187&start=10&st=0&sk=t&sd=a#p2211>, Zugriff am 23.04.2011

³³ Ulrich Schmidt: *Professionelle Videotechnik*, 2009, S.151

³⁴ Ulrich Schmidt: *Professionelle Videotechnik*, 2009, S.140

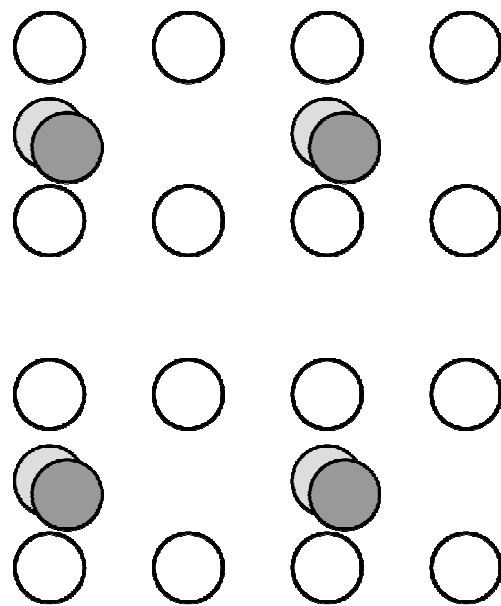


Abbildung 9: Farbauflösung bei 4:2:0 (Weiß = Luminanz, Grau = C_R bzw. C_B)

2 Licht und Farbe

2.1 Das elektromagnetische Spektrum

Am Anfang des elektromagnetischen Spektrums befindet sich der Niederfrequenzbereich (ELF = extremely low frequency und VLF = very low frequency) mit Frequenzen von 3Hz bis 30kHz und Wellenlängen von 100.000km bis 1cm. In diesem Bereich befinden sich die üblichen Spannungsversorgungsfrequenzen (50 und 60Hz), aber sie werden ebenso für die Kommunikation unter Wasser benutzt.³⁵ Am Ende des Spektrums befinden sich die extrem kurzwelligen, energiereichen Gammastrahlen. Die Wellenlängen sind so kurz, dass sie bis in den atomaren Bereich hineinreichen.³⁶

Der für Menschen und die meisten Tiere erfassbare Bereich des elektromagnetischen Spektrums wird Licht genannt. Es beschreibt den Wellenlängenbereich zwischen Ultraviolettstrahlen (380nm oder 789 THz) und Infrarotstrahlen (780nm oder 384 THz).³⁷

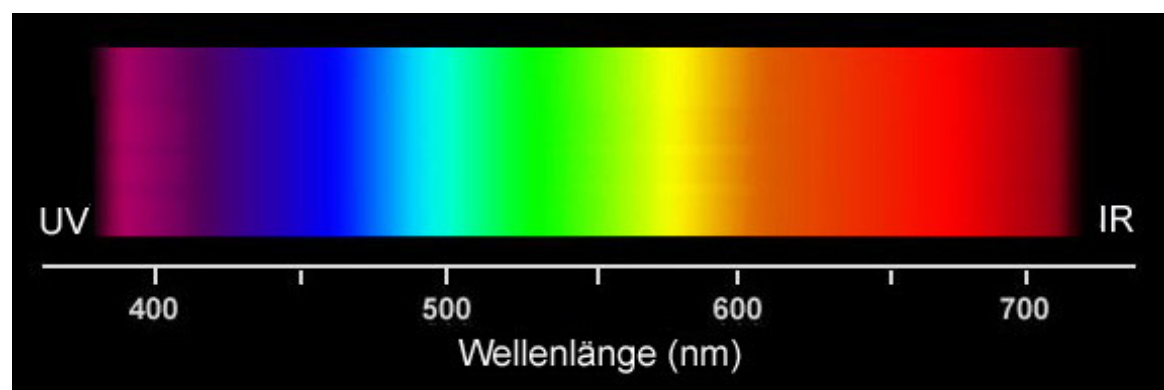


Abbildung 10: Für den Menschen erfassbares Farbspektrum

2.2 Das menschliche Auge

Damit der Mensch sehen kann, benötigt er auf der Netzhaut im Auge Stäbchen und Zäpfchen. Stäbchen, von denen es ungefähr 120 Millionen in einem Auge gibt, sind wesentlich lichtempfindlicher und für die Unterscheidung der Helligkeitswahrnehmung zuständig. Die Zäpfchen, von denen nur 6 Millionen auf der Netzhaut vorhanden sind, gibt es in 3 spektralen verschiedenen Sensibilisierungen für Rot, Grün und Blau.³⁸

³⁵ <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Niederfrequenz-LF-low-frequency.html>, Zugriff am 01.06.2011

³⁶ <http://www.weltdrphysik.de/de/3802.php>, Zugriff am 01.06.2011

³⁷ <http://www.weltdrphysik.de/de/3805.php>, Zugriff am 01.06.2011

³⁸ <http://www.filmscanner.info/Farbwahrnehmung.html>, Zugriff am 01.06.2011

Sie sind für das farbliche Sehen verantwortlich und benötigen eine Leuchtdichte von $0,1 \text{ cd/cm}^2$, um einen Reiz an das Gehirn aussenden zu können. Unter diesem Wert kann das Auge nur Helligkeitsunterschiede feststellen.³⁹

Überwiegt keine sichtbare Wellenlänge, mischt das Gehirn automatisch alle sichtbaren Wellenlängen zum reinen Weiß und wir empfinden es als Tageslicht. Als Beweis lässt sich das Licht mittels Prisma, das die verschiedenen Wellenlängen unterschiedlich stark bricht, wieder in das Spektrum aufbrechen. Diese Farben werden Lichtfarben, Spektralfarben oder auch körperlose Farben genannt.

Neben der Lichtfarbe gibt es noch die Körperfarbe, auch Gegenstandsfarbe genannt. Diese beschreibt das reflektierte Licht von Objekten. Jedes Objekt, das der Mensch als farbig empfindet, reflektiert nur einen Teil des sichtbaren Spektrums. Der Rest wird absorbiert. Der kleine Teil des reflektierten Lichts ist die Farbe des Objekts. Ein rotes Dach beispielsweise absorbiert alles, außer Rot.

Spektralfarben sind immer Farben eines bestimmten Wellenlängenbereichs, während Körperfarben hingegen stets Mischfarben verschiedener Wellenlängenbereiche reflektierten Lichts sind.

Farben können also nur entstehen, wenn Licht vorhanden ist. Im Dunkeln ist jeder Gegenstand farblos. Ein Gegenstand kann auch nur die Farben absorbieren beziehungsweise reflektieren, die in dem Farbspektrum enthalten sind. In einer Dunkelkammer, in der nur rotes Licht herrscht, sind die Gegenstände, die kein Rot reflektieren, schwarz, da Rot kein Grün enthält.⁴⁰

2.3 Wirkung von Farben

Jede Farbe hat ihre eigene Charakteristik und wirkt dementsprechend einen bestimmten Reiz auf den Betrachter aus. Hierbei empfinden Menschen auf Grund ihrer unterschiedlichen Natur, ihren gewonnenen Erfahrungen und aufgrund der Tatsache, dass zu einer Farbbezeichnung viele verschiedene Farben gehören, Farben unterschiedlich. So gibt es jede Farbe in vielen verschiedenen Schattierungen und Intensitäten.

Die in Anhang 3 befindliche Tabelle beinhaltet die wichtigsten Farben und deren allgemein gültige Wirkung⁴¹.

Ein Beispiel für die Wirkung von Farben wäre eine Szene, die in einem Wald spielt. Die dominante Farbe in dieser Szene ist eindeutig Grün, für die unser Auge besonders empfindlich ist. Bei der Wirkung der Farbe Grün ist zu erkennen, das Grün ein Hoffnungsträger ist und als besonders angenehm empfunden wird. Das heißt, eine Verfolgungsjagd bei Tage in einem Wald zu drehen, ohne danach eine intensive Farbkorrektur durchzuführen, hat keine dramatische oder mitreißende Wirkung auf den

³⁹ <http://www.oszbau2.de/neuhp/lernbereich/beispiele/maria/Seiten/Farbenlehre.html>, Zugriff am 01.06.2011

⁴⁰ Hans Windisch: *Die neue Fotoschule*, 1941, S.31-S.33

⁴¹ <http://www.ipsi.fraunhofer.de/~crueger/farbe/farb-wirk1.html>, Zugriff am 01.06.2011

Betrachter. Die gleiche Szene bei Sonnenuntergang zu drehen und in der Farbkorrektur den Rotkanal anzuheben wäre in diesem Fall sehr unterstützend, da die Farbe Rot ein Symbol für Gefahr ist.

2.4 Subtraktive Farbmischung

Wie bereits erwähnt, kombiniert das menschliche Gehirn alle sichtbaren Wellenlängen zu Weiß, wenn diese in gleichen Anteilen vorhanden sind. Der Grund hierfür ist die Unfähigkeit des menschlichen Gehirnes, zwei verschiedene Wellenlängen, denen man gleichzeitig ausgesetzt ist, voneinander getrennt wahrzunehmen. Sie werden als eine scheinbar neue Mischfarbe erkannt. Die hellste Mischfarbe ist Weiß, auch unbunt genannt.

Es gibt 2 Arten, Farben zu mischen: subtraktiv und additiv (siehe 2.5 Additive Farbmischung).

Die subtraktive Farbmischung ist die geläufigere und bezeichnet im Allgemeinen das Wegnehmen von Licht durch Absorption. Trägt man auf ein weißes Papier eine Farbe auf, wird das gesamte Farbspektrum, mit Ausnahme der aufgetragenen Farbe, absorbiert. Wird beispielsweise Rot verwendet, so werden alle Lichtstrahlen absorbiert, außer Rot selbst. Gibt man noch die Komplementärfarbe Cyan im gleichen Anteil hinzu, so werden alle Farben des Spektrums absorbiert und das Papier wirkt schwarz.⁴²



Abbildung 11: Primär- und Sekundärfarben in der subtraktiven Farbmischung

Zur Verdeutlichung sind in Abbildung 11 die drei Primärfarben Cyan (**C**), Magenta (**M**) und Gelb (**Y**), kurz CMY-Farben genannt, dargestellt, aus denen man alle anderen Farben durch Kombination unterschiedlicher Anteile mischen kann. Mischt man zwei

⁴² Hans Windisch: *Die neue Fotoschule*, 1941, S.191 – S.192

Primärfarben in gleichen Anteilen, so entsteht eine Sekundärfarbe. Es gibt Rot, Grün und Blau.⁴³

Grundsätzlich gilt, dass durch Auftragen neuer Farbstoffe von der Ausgangshelligkeit Weiß, immer mehr Helligkeit weggenommen wird, die Absorption wird erhöht. Dadurch wird die Farbe immer dunkler, also subtrahiert. Dies ist in der Mitte von Abbildung 11 verdeutlicht, da dort die drei Grundfarben zu 100% aufgetragen wurden.⁴⁴

Dieses Farbsystem wird hauptsächlich im Druck angewendet⁴⁵. Ein weiterer Anwendungsbereich sind die analogen Farbfilme. Hier wird das durchscheinende Licht einer Lichtquelle durch mehrere Farbschichten subtrahiert und die anschließende Mischfarbe wird von der weißen Projektionswand reflektiert.⁴⁶

2.5 Additive Farbmischung

Die additive Farbmischung funktioniert nach dem Prinzip der Addition von Lichtfarben. Anhand eines Beispiels lässt sich dies am Einfachsten erklären. Man stelle sich drei Projektoren vor, die farbige Kreise an eine farblose Wand werfen. Diese Kreise überschneiden sich teilweise und besitzen die Farben Rot, Grün und Blau. Die entstehenden Sekundärfarben sind Gelb, Cyan und Magenta.

Im Vergleich zur subtraktiven Farbmischung wird bei der Addition die Mischfarbe immer heller sein, als die Ausgangsfarben. Das menschliche Gehirn wird dieses neue Wellenlängengemisch als neue Farbe interpretieren, Rot und Grün ergibt beispielsweise Gelb.

⁴³ <http://www.metacolor.de/subtraktiv.htm>, Zugriff am 03.06.2011

⁴⁴ Hans Windisch: *Die neue Fotoschule*, 1941, S.191 – S.192

⁴⁵ <http://www.metacolor.de/subtraktiv.htm>, Zugriff am 03.06.2011

⁴⁶ <http://www.elmar-baumann.de/fotografie/fotobuch/node24.html>, Zugriff am 03.06.2011

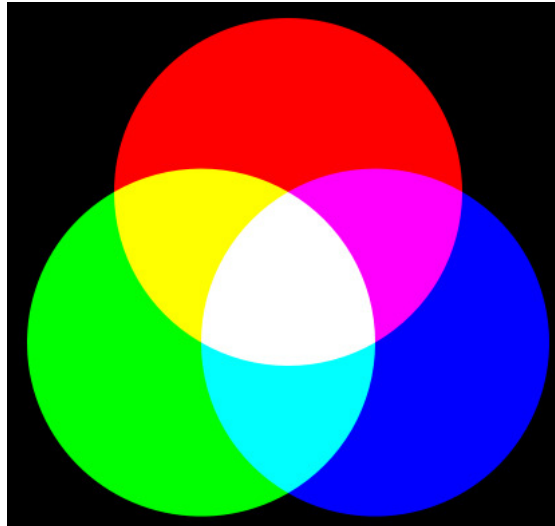


Abbildung 12: Primär- und Sekundärfarben in der additiven Farbmischung

Werden alle 3 Grundfarben zu gleichen Anteilen gemischt, entsteht Weiß. Werden eine Primärfarbe und die dazugehörige Komplementärfarbe gemischt, entsteht ebenfalls Weiß.⁴⁷

Dieses Farbsystem findet man vor allem im Bereich der Darstellung auf Bildschirmen, wie Computermonitoren oder Fernsehern.⁴⁸

⁴⁷ Hans Windisch: *Die neue Fotoschule*, 1941, S.193 – S.196

⁴⁸ <http://www.metacolor.de/additiv.htm>, Zugriff am 03.06.2011

3 Digitale Farbkorrektur in der Postproduktion

Die Farbkorrektur von Filmen gründet sich auf zahlreichen langjährigen Erfahrungen in der klassischen Lichtbestimmung. Mit Farben verknüpft der Mensch starke emotionale Eindrücke und Erinnerungen, wobei jede Farbe eine andere Wirkung hat und somit andere Erinnerungen wachruft. Aus diesem Grund ist es wichtig zu verstehen, dass die Farbkorrektur sich nicht nur auf die Angleichung der Bilder beschränkt um eine Kontinuität zwischen einzelnen Szenen und Einstellungen zu schaffen, sondern um in den Menschen Emotionen zu wecken, die helfen, die Geschichte zu erzählen.

3.1 Primäre Farbkorrektur

Die primäre Farbkorrektur wird in der Regel als Erstes durchgeführt. Hierbei werden die Helligkeitsverteilung und die Farbbalance der Grundfarben Rot, Grün und Blau mittels additiver Farbmischung im Bild verändert. Das Ziel der primären Farbkorrektur ist es, den grundlegenden Look des Filmes, der meist vorher mittels eines Farbschemas festgelegt wurde, zu erzeugen. Außerdem soll die Kontinuität zwischen den einzelnen Einstellungen gewährleistet und mögliche Aufnahmefehler, wie ein falscher Weißabgleich oder eine falsch gewählte Blende, korrigiert werden. Korrekturen wirken sich hierbei immer auf das gesamte Bild aus.

3.2 Sekundäre Farbkorrektur

Bei der sekundären Farbkorrektur werden einzelne Bereiche des Bildes gezielt in Farbe und Helligkeit nachbearbeitet. Auf die zu verändernden Bereiche werden mittels Auswahl oder Masken Farb- oder Helligkeitskorrekturen angewandt, ohne das gesamte Bild zu verändern.

Beispielsweise soll das gesamte Bild wärmer wirken, aber die Hauttöne werden nun zu Orange, oder der ungewollte Blaustich einer Außenaufnahme wird mit einer Reduktion des Blaukanals korrigiert. Das Bild ist nun farblich korrekt, aber mögliche grüne Bereiche im Bild, wie Gras, oder Bäume, bekommen einen Gelbstich (siehe Unterpunkt Farbbalance).

3.3 Hardware

3.3.1 Arbeitsplatzumgebung

Der Arbeitsplatz eines Coloristen muss vielen Anforderungen entsprechen, um eine einwandfreie Umgebung für eine präzise Farbkorrektur zu gewährleisten. Der falsche Raum kann die Beurteilung des Bildes stark beeinträchtigen, egal wie gut der Monitor ist. Die Umgebungsbeleuchtung sollte indirekt sein, so dass keine Lampe direkt in das Auge des Coloristen leuchtet. Die Farbtemperatur der Beleuchtung sollte die des Monitors entsprechen. Normalerweise sind das 6000 - 6500k, also Tageslicht. Das durch die Wand reflektierte Licht sollte 10% der Helligkeit entsprechen, die der Monitor bei 100% Weiß darstellt.

Einige Monitore werden mit speziellen Lampen geliefert, die hinter dem Monitor platziert werden können und so das Licht an die Wand werfen können. Die Farbtemperatur der Lampe passt sich hierbei automatisch an die Farbtemperatur des Monitors an. Einige Colorgrading Suites haben eine kleine 5600k Lampe, die auf eine weiße Referenzkarte gerichtet ist, um als pures Weiß bei der Farbkorrektur zu dienen.

Die Wände der Suite sollten in einem neutralen Grau gestrichen sein, das keinerlei Farbstich aufweist, um das Auge für bestimmte Farben nicht zu desensibilisieren. Um das zu gewährleisten, ist es ratsam, mit einer 18% Graukarte zum Maler zu gehen und sich dort seine Farbe nach dieser Karte mischen zu lassen. Neben dem Streichen gibt es auch die Möglichkeit die Suite mittels Vorhängen abzdunkeln, um die Reflektionen zu reduzieren.

Ein Beispiel, wie die Umgebung die Helligkeitswahrnehmung beeinflusst, zeigt folgende Abbildung, in der zu entscheiden ist, ob die unteren grauen Quadrate dunkler sind als die oberen. Wer mit optischen Illusionen vertraut ist, wird die richtige Antwort wissen, ungeachtet dessen, was die Augen einem vermitteln.⁴⁹



Abbildung 13: Helligkeitswahrnehmung in Abhängigkeit der Umgebung

⁴⁹ Steve Hulfish: *The Art and Technique of Digital Color Correction*, 2008, S.6

Das Phänomen in Abbildung 13 nennt sich *Lateral-brightness Adaption* und beschreibt die Beeinflussung eines Rezeptors im Auge durch die ihn umgebenen. Durch diese Besonderheit wirken die Quadrate auf weißem Grund dunkler als die Quadrate auf dunklem Grund. Diese Tatsache hilft uns, Kanten besser zu erkennen.⁵⁰

Steve Hulfish, The Art and Technique of Digital Color Correction (2008, S.7) "To relate, how important surround is, when I first started, I worked in a room that was designed to resemble a living room, since the thought was you're going to watch television in an environment similar to this, so let's color grade in this environment. [...] It was a warmly lit room with a desk lamp and overhead tungsten lights. A beautiful room, very comfortable. The longer you color corrected something, the more red you put into the pictures because your eyes became desensitized. At the start of the day, skin tones look normal, but after six or eight hours, you were correcting skin tones oversaturated, like basketballs, because your perception has changed. The reason you have neutral background is that you keep the same perception all along." Zitat Randy Starnes (Colorist)

3.3.2 Monitoring

Das richtige Monitoring, also das Betrachten und Beurteilen des Bildes ist essenziell. Nur mit einem exakt eingestellten Monitor lässt sich das Bild einwandfrei bearbeiten. Aber nicht nur die Konfiguration des Monitors ist wichtig für die professionelle Farbkorrektur, sondern auch das Monitormodell. Voraussetzung für einen Monitor, der für eine Farbkorrektur verwendet wird, ist vor allem eine präzise Farbwiedergabe und ein hoher Kontrastbereich, so dass Schwarz auch wirklich als Schwarz und nicht als Grau erscheint. Weitere Voraussetzungen sind eine einstellbare Farbtemperatur, die Erfüllung der Standards Rec.601 (Standard für die Wiedergabe von digitalen Interlaced Videos) und Rec. 709 (Standard für HDTV mit einem Seitenverhältnis von 16:9) und das Anlegen eigener Benutzerprofile, um den Monitor optimal anzupassen.⁵¹

3.3.3 Spezielle Geräte

So gut wie jede Software, die eine Farbkorrektur erlaubt, hat eingebaute Messinstrumente zur Beurteilung des Bildes. Diese sind meist nicht ausreichend, um eine professionelle Beurteilung des Bildes vorzunehmen. Oftmals stellen sie nicht die volle Auflösung des Bildes da, sondern nur einen Ausschnitt des Bildes, zum Beispiel jede 4. Zeile. Zudem ist es nicht möglich, in das Bild hinein zu zoomen. Ein großes Manko ist auch die zeitliche Verzögerung in der Darstellung während einer Korrektur, bis

⁵⁰ Ben Bova: *The Story of Light*, 2001, S.199

⁵¹ <http://documentation.apple.com/de/finalcutstudio/workflows/index.html#chapter=5%26section=6%26tasks=true>, Zugriff am 21.06.2011

diese auf dem Messgerät angezeigt wird. Hierzu wird neben der PC-Leistung für die Berechnung der Korrektur auch noch Leistung für die Darstellung verbraucht. Professionelle Coloristen nutzen zur Messung externe Messgeräte, die an den PC angeschlossen sind. Ein führender Hersteller für diese Geräte ist Tektronix.⁵²



Abbildung 14: Tektronix WVR7100

3.3.3.1 Waveform- Monitor

Der Waveform- Monitor ist ein spezielles Oszilloskop zur Darstellung von Videosignalen. Hierbei werden auf der horizontalen Achse alle Bildzeilen zusammen dargestellt um das gesamte Videosignal in Helligkeit und Kontrastumfang beurteilen zu können. Verschiedene Filter erlauben die Trennung des Signals, so dass beispielsweise nur das Luminanzsignal (Low- Pass) oder die 3 Grundfarben nebeneinander (RGB Parade) dargestellt werden können. Gegenüber herkömmlichen Oszilloskopen haben Waveform-Monitore auf dem Bildschirm eigens für die Bildanalyse angebrachte Markierungen, wie die Einteilung der Skala von -40 – 120% der Bildhelligkeit in 20% Schritten, um das Bild optimal einstellen und analysieren zu können.⁵³

Die folgende Abbildung zeigt anschaulich den Zusammenhang zwischen dem Bild und der Darstellung auf dem Waveform- Monitor, das heißt die Ausschläge auf dem Waveform- Monitor können direkt den hellen Bildbereichen zugeordnet werden. Zu beachten ist hierbei, dass aus der Anzeige auf dem Waveform- Monitor nur die horizontale Position der Helligkeit im Bild zu erkennen ist, nicht aber die vertikale Position. Mit anderen Worten, es ist nicht ersichtlich, ob der helle Punkt im Bild oben oder unten im Bild ist.

⁵² Steve Hulfish *The Art and Technique of Digital Color Correction*, 2008, S.8

⁵³ http://en.wikipedia.org/wiki/Waveform_monitor, Zugriff am 21.06.2011

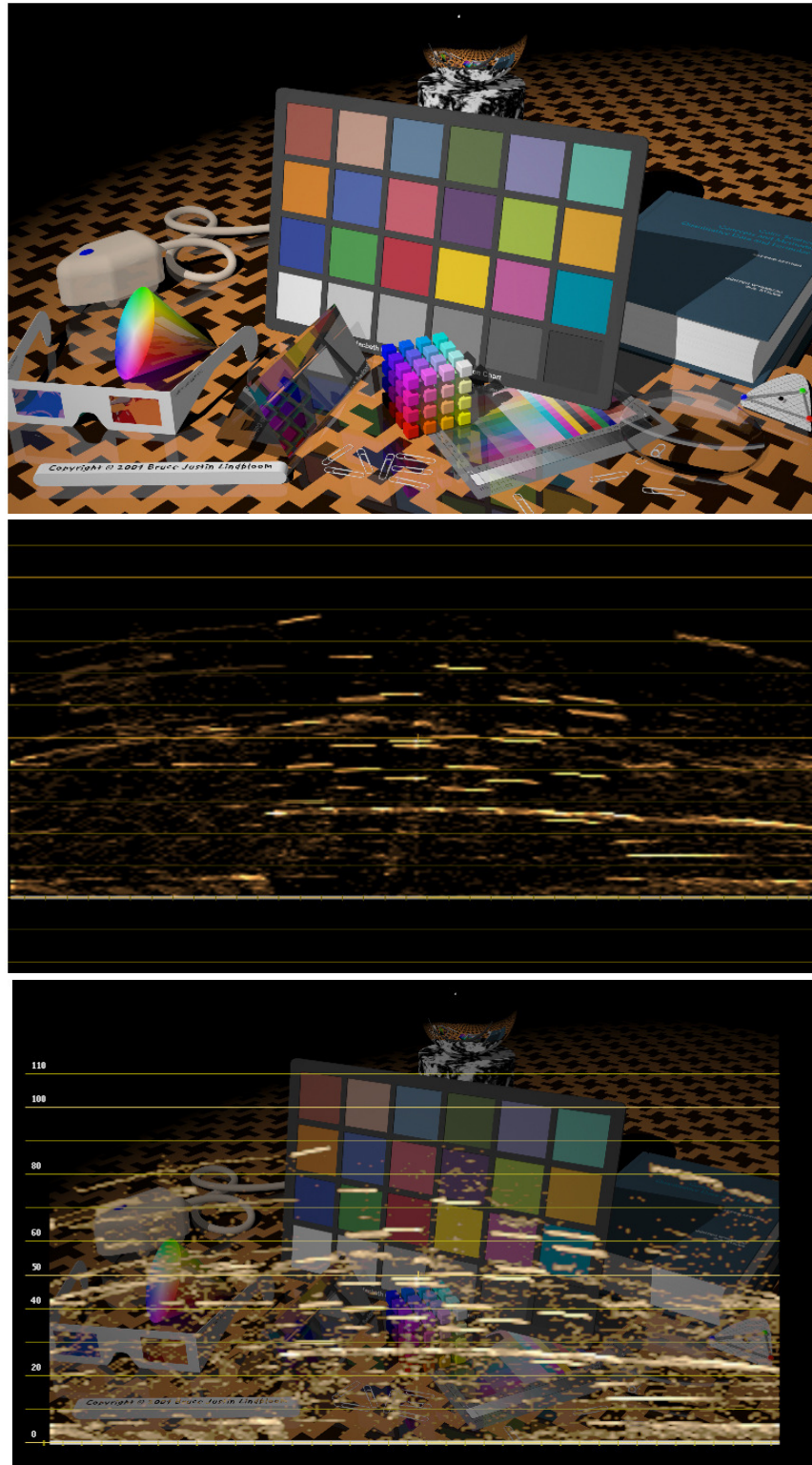


Abbildung 15: Bildanzeige auf dem Waveform- Monitor

3.3.3.2 Vektorskop

Vektorskope ermöglichen eine genaue Darstellung der Farbverteilung in einem Bild mittels Farbvektoren im Farbkreis. Dabei wird auf der horizontalen Achse das Farbdifferenzsignal B-Y (Blau Minus Helligkeit) und in der Vertikalen das

Farbdifferenzsignal R-Y (Rot Minus Helligkeit) dargestellt. Diese Signale sind dem U und V Signal im Farbmodell YUV, bis auf einen konstanten Faktor, gleich.

Kurze Vektoren bezeichnen gering gesättigte Farben, lange Vektoren stark gesättigte Farben. Unbunte Farben (Schwarz, Weiß und alle Graustufen) werden als Punkt in der Mitte dargestellt, da das Vektorskop nur Farben und keine Helligkeiten anzeigt.⁵⁴

Mögliche Bildfehler können Phasenfehler (Farbartfehler) sein, die sich in einer Winkelabweichung zeigen, oder einer Amplitudenabweichung, was ein Sättigungsfehler ist.

Zur Signalüberprüfung sind für das Farbbalkentestbild Punkte und Toleranzfelder für die sechs Farben des Testbilds auf der Skala des Vektorskops angebracht.⁵⁵

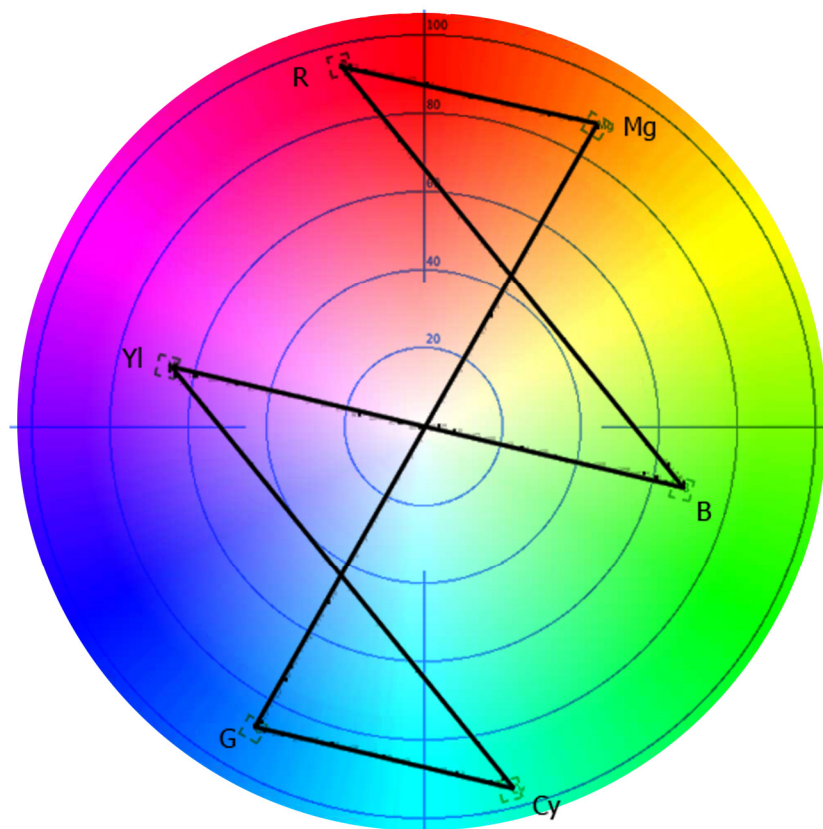


Abbildung 16: Farbbalkentestbild auf dem Vektorskop

3.4 Software

So gut wie jedes Programm oder Gerät bietet inzwischen die Möglichkeit, Einfluss auf Farbe und Helligkeit eines Bildes zu nehmen, seien es Bildmischer, digitale Videoeffektboxen oder auch jedes Videoschnittsystem. Hierbei unterscheiden sich die Systeme in

⁵⁴ <http://kdenlive.org/users/granjow/introducing-color-scopes-vectorscope>, Zugriff am 22.06.2011

⁵⁵ <http://www.kabelwalter.de/DasFernsehen/signalkontrolle.shtml#3>, Zugriff am 22.06.2011

Anwendung und Umfang ihrer Funktion sehr stark. Die Grundfunktionen sind jedoch überall gleich und lassen sich leicht auf ein anderes Programm adaptieren. Im professionellen Bereich wird hauptsächlich das Programm *da Vinci 2k* oder das *da Vinci Resolve* von *da Vinci Systems* verwendet. Es umfasst neben der umfangreichen Software auch eine große Kontrolleinheit, mit der viele Funktionen des Programms direkt gesteuert werden können.



Abbildung 17: *da Vinci Resolve*

Apple Color ist das Programm, welches die größte Ähnlichkeit zum *da Vinci System* aufweist und in dem die meisten Funktionen der Farbkorrektur in dieser Arbeit gezeigt werden.

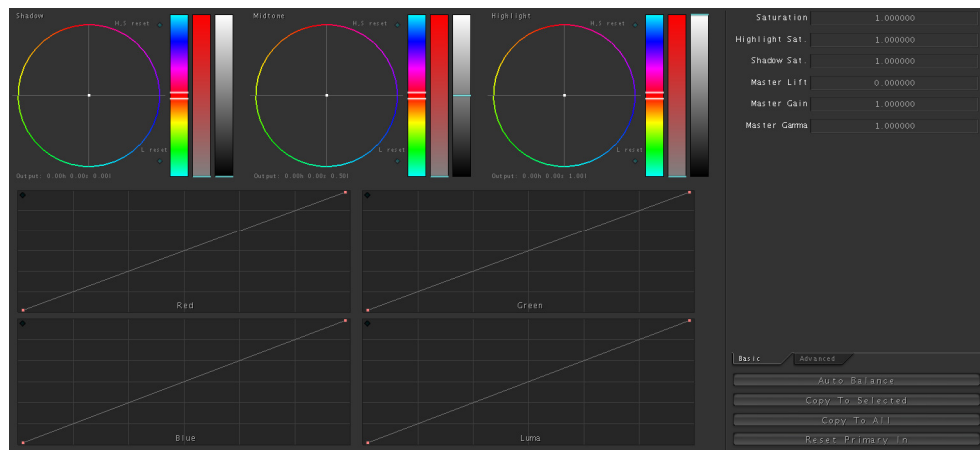


Abbildung 18: *Apple Color* - Primary In Room (Oberfläche für die primäre Farbkorrektur)

Weitere Programme, die ähnliche Funktionen bieten, sind *Adobe Premiere CS5* und *Final Cut Pro* mit der 3-Wege-Farbkorrektur, *Adobe After Effects CS5*, *AVID*, oder das Plug In *Color Finesse* des Herstellers *Synthetic Aperture*.⁵⁶

⁵⁶ Steve Hulfish: *The Art and Technique of Digital Color Correction*, 2008, S.XIII

3.5 Globale Kontrastanpassung

3.5.1 Schwarzwert

Der Schwarzwert (engl. Black Level) beschreibt einen Parameter bei elektronischem Bildmaterial und definiert das dunkelste Schwarz, das im Bild vorkommt. Je nach Programm wird der Schwarzwert auch als Setup, Shadows, Pedestal, Lift oder Lowlights bezeichnet. In der Farbkorrektur ist die Anpassung des Schwarzwertes der 1. Schritt in der Bearbeitung.

Ist der Schwarzwert in einem Bild nicht korrekt eingestellt, wie in Abbildung 19 zu sehen, bedeutet das, dass die dunklen Bildbereiche im Waveform-Monitor beim Betrachten des gesamten Bildsignals (Composite-Signal) nicht auf der Grundlinie liegen. Dadurch wirkt das Bild milchig und kontrastarm. Kontrast beschreibt den Unterschied zwischen hellen und dunklen Bereichen im Bild.

Weitere Möglichkeiten, einen falsch eingestellten Schwarzwert zu erkennen, ist das Betrachten des Signals im RGB Parade Modus auf dem Waveform-Monitor oder direkt auf einem Referenzmonitor.

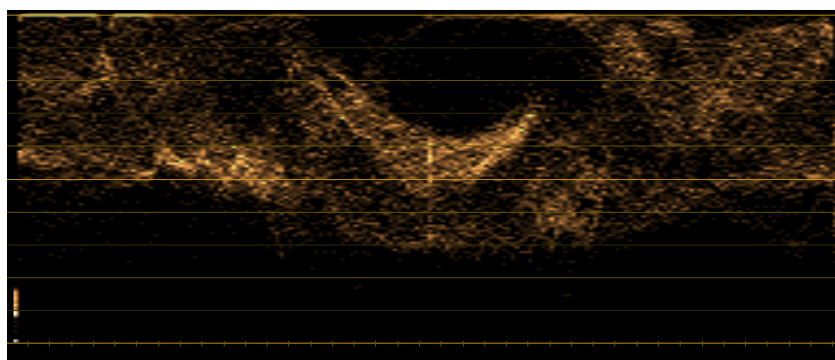
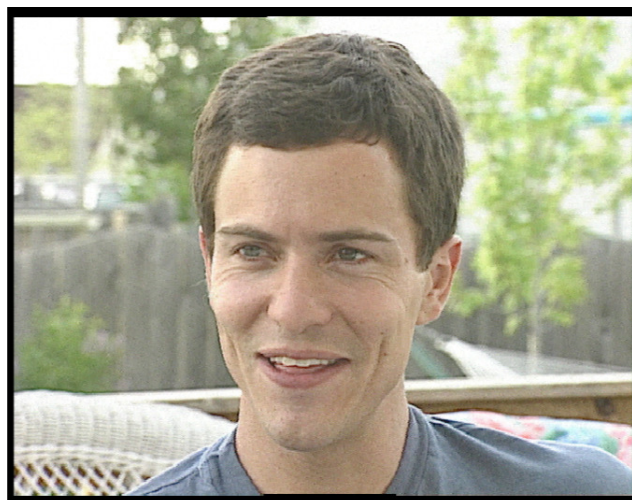


Abbildung 19: Bild mit falsch eingestelltem Schwarzwert

Zur Korrektur wird der Schwarzwert soweit abgesenkt, bis das Schwarz auf der Grundlinie liegt, bildwichtige Details in den Schatten aber nicht verloren gehen. Der Waveform-Monitor ist hierzu auf die Funktion RGB Parade umzuschalten, um die

Helligkeit aller drei Farbkanäle gleichzeitig beurteilen zu können. Somit ist erkennbar, welcher Kanal über die meisten Details in den Schattenbereichen verfügt und bei wem der Schwarzwert höher ist. Dies ist sehr wichtig bei der Korrektur, um die Details eines Farbkanals, der einen niedrigeren Schwarzwert als die anderen hat, nicht zu verlieren. Manchmal ist dies gewünscht und absichtlich getan, um einen sehr kontrastreichen Look zu erzeugen.

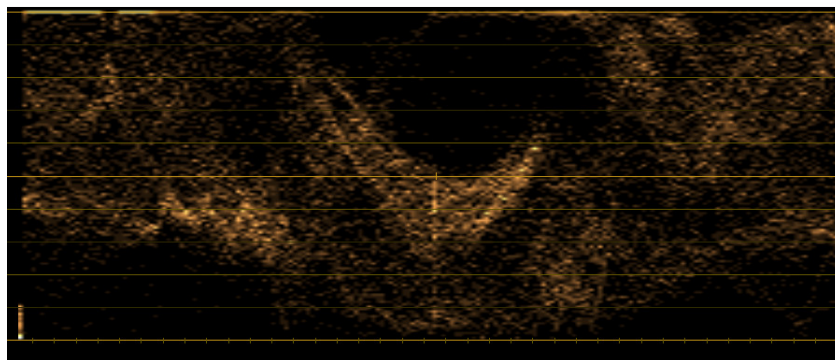


Abbildung 20: Korrigiertes Bild

Für die Korrektur des Schwarzwertes und der Lichter gibt es eine gute Analogie zum Drehen mit der Kamera. Man erkennt erst, ob das zu fokussierende Objekt wirklich scharf ist, wenn man durch den Sucher blickt und die Schärfe ein Stück vor und zurück dreht. Ähnlich ist es bei der Farbkorrektur. Man korrigiert die Einstellung am Regler für den Schwarzwert bzw. den Lichten und kann feststellen, wie weit es möglich ist, den Wert abzusenken bzw. anzuheben. Ist man zu weit, wird er einfach wieder erhöht, bis man den Punkt erreicht hat, der optimal erscheint.⁵⁷

⁵⁷ Steve Hulfish: *The Art and Technique of Digital Color Correction*, 2008, S.15- S.21

3.5.2 Lichter

Ist der Schwarzwert eingestellt, werden die Lichter, das heißt die hellen Bereiche im Bild, auch Highlights oder Gain genannt, bearbeitet. Hier verhält es sich genauso, wie beim Schwarzwert. Sind die Lichter geclippt, erkennbar an einer dünnen, weißen Linie am oberen Ende des Waveform-Monitors, ist das kein gutes Zeichen. Bei einigen Einstellungen, besonders bei Außenaufnahmen, ist der Kontrastumfang so groß, dass sich dies nicht vermeiden lässt und teilweise nicht als störend empfunden wird, da das Hauptaugenmerk auf einen anderen Bildteil liegt. Teilweise ist es möglich, durch Reduktion der Lichter, wieder Zeichnung in die hellen Teile des Bildes zu bekommen. Dies ist besonders bei wenig komprimiertem Material, welches eine hohe Bittiefe besitzt, der Fall. Wenn bei der Reduktion des Gains die dünne Linie am oberen Ende des Waveform-Monitorbildes bleibt, sind keine Daten mehr vorhanden und ein Retten nicht mehr möglich. Dies ist dann ein Fehler, der bei der Aufnahme gemacht wurde.⁵⁸

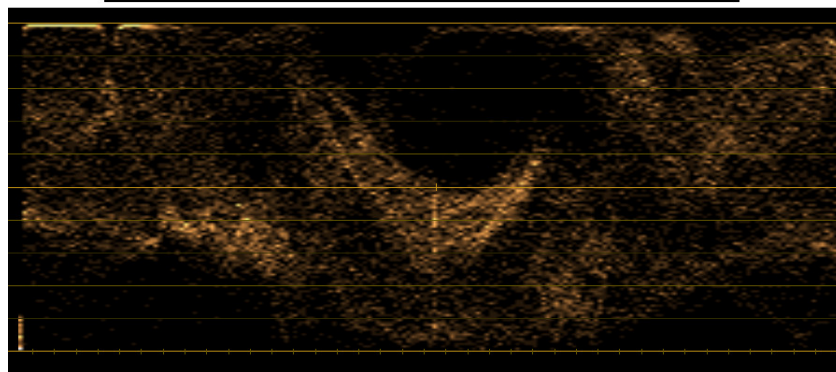


Abbildung 21: Bild mit geclipptem Himmel und etwas breiterer Himmelslinie

Nachdem die Lichter korrigiert sind, kann es passieren, dass diese Korrektur auch Auswirkungen auf den Schwarzwert hatte und dieser erneut angepasst werden muss.

⁵⁸ Steve Hulfish: *The Art and Technique of Digital Color Correction*, 2008, S.22- S. 23

3.5.3 Gamma

Der letzte Schritt zur Bildkorrektur ist die Anpassung des Gammas, auch Mitteltöne genannt. Mit der Gammakorrektur lässt sich der größte Teil des Bildeindrucks bestimmen, während mit der Korrektur der Lichter und dem Schwarzwert nur das Bild in den legalen Bereich (der Bereich, in dem das Bild nicht clippt) gebracht wird. Die Korrektur des Gammas ist eine persönliche Entscheidung und differiert stark von Colorist zu Colorist.

Da sich oftmals die bildwichtigen Elemente im Gamma- und Lichterbereich befinden, wird oftmals das Gamma leicht abgesenkt, um in diesen Bereich den Kontrast etwas zu spreizen. Zudem werden in den Hauttönen, die normalerweise im mittleren Helligkeitsbereich liegen, die dunkleren Bereiche abgesenkt und dabei der Kontrast dieses Bildteils erhöht, so dass die Hauttöne kräftiger und gesunder wirken. Hierbei ist natürlich darauf zu achten, dass das Gesamtbild nicht zu dunkel wird. Erhöhen des Gammas reduziert den Kontrast in den Hauttönen und lässt sie ausgewaschen wirken.

Außerdem lassen sich mit der Methode in den Schattenbereichen unschöne Dinge verstecken, da durch das Absenken des Gammas dieser Bereich gestaucht wird.

Ist das Bild allerdings auch nach dem Anpassen der Lichter zu dunkel, muss das Gamma angehoben werden, so dass das Bild heller wird und kontrastärmer wirkt.

Nach der Gammakorrektur sind wieder die Lichter und Schatten zu kontrollieren, da diese Korrektur auch diese Bereiche beeinflusst. Erst nachdem alle 3 Bereiche optimal eingestellt sind, sollte weiter gearbeitet werden.⁵⁹

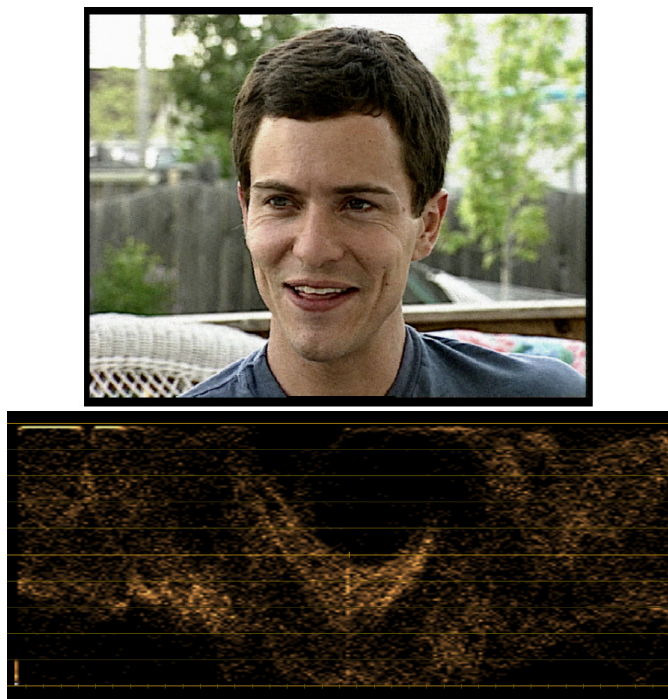


Abbildung 22: Bild mit leicht abgesenktem Gamma

⁵⁹ Steve Hulfish: *The Art and Technique of Digital Color Correction*, 2008, S.24- S.25

3.5.4 Bildkontrast definieren

Neben dieser allgemeinen Art der Kontrastanpassung gibt es noch die Möglichkeit, den Kontrast nur in einem Bereich des Bildes zu erhöhen. Hierzu wird durch gezieltes Steuern von Lichtern oder Schatten mit Gamma die Aufmerksamkeit im Bild auf einen speziellen Bereich gelenkt.

Diese Technik lässt sich besonders bei kontrastarmen Bildern anwenden. Normalerweise wird bei so einem Bild einfach der Schwarzwert abgesenkt und die Lichter angehoben, so dass der Gesamtkontrast gespreizt wird.

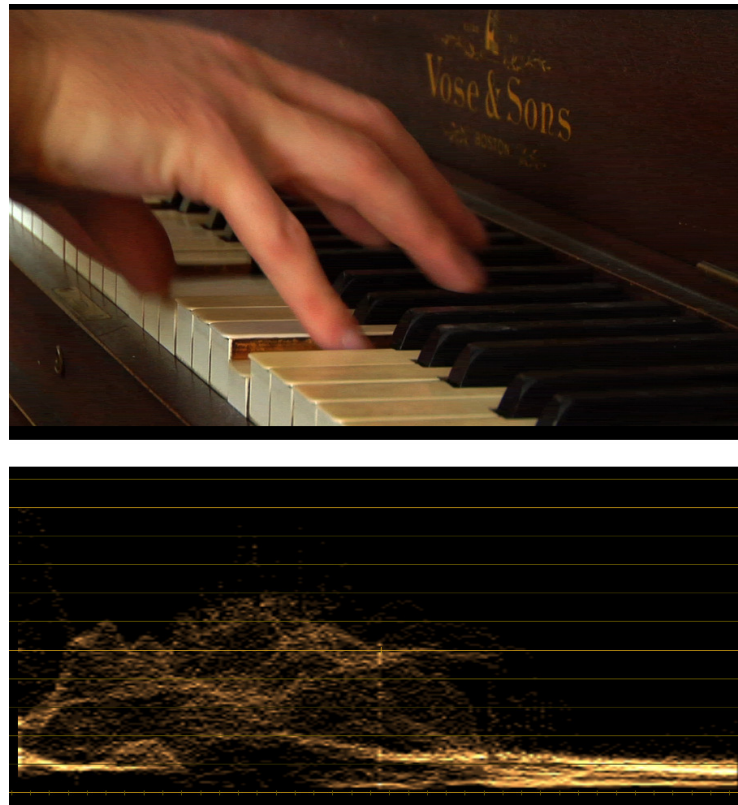


Abbildung 23: Ausgangsbild

Wenn man nun in den dunklen Bereichen den Kontrast erhöhen will, wird der Schwarzwert abgesenkt und das Gamma angehoben.

In Abbildung 24 wurde dies sehr extrem durchgeführt, um den Unterschied deutlich zu machen.

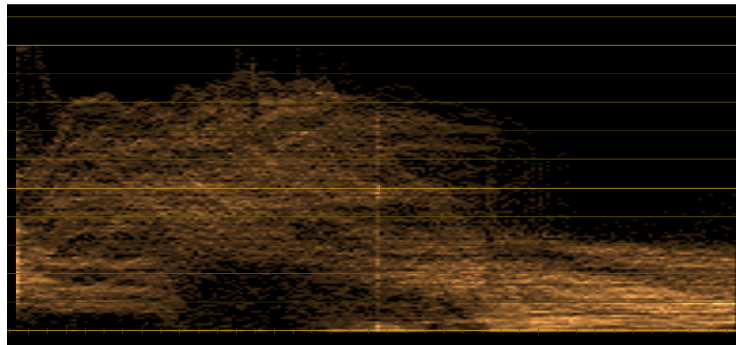


Abbildung 24: Erhöhter Kontrast zwischen Schatten und Mitteltönen

Nun das Gegenteil; die hellen Bereiche sollen betont werden, so dass die Lichter erhöht werden und das Gamma abgesenkt wird.

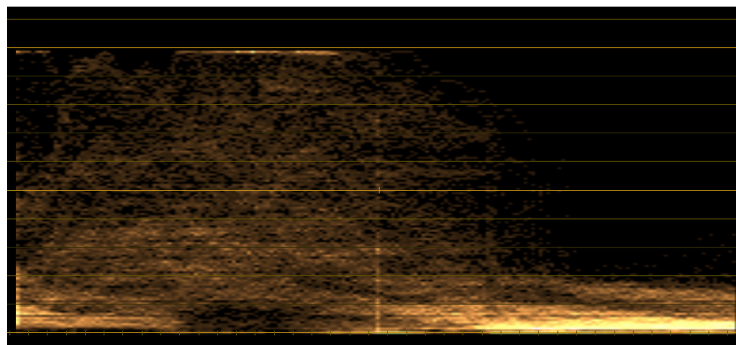


Abbildung 25: Erhöhter Kontrast zwischen Mitteltönen und Lichtern

Bei dieser Art der extremen Kontrastspreizung ist zu beachten, dass ebenfalls der Chroma Level, also die Sättigung, angehoben wird. Dies führt zu teilweise sehr extremen Farben, besonders bei Hauttönen. Neben der steigenden Sättigung wird auch das Farbrauschen immer weiter verstärkt, je stärker der Kontrast erhöht wird. Da sich aber die Sättigung separat vom Kontrast regulieren lässt, lassen sich so für die Schatten, Mitteltöne und Lichter wieder normale Sättigungswerte erreichen und somit wird auch das Farbrauschen wieder deutlich reduziert.⁶⁰

3.5.5 Die Luminanzkurve

Neben der allgemeinen Kontrastanpassung des Bildes durch Schwarzwert, Lichter und Mitteltönen gibt es weitere Tools, die eine genauere Bearbeitung ermöglichen. Eines dieser Tools ist das so genannte Curve-Tool. Im Programm *Color* von *Apple* gibt es im Primary In Room vier verschiedene Kurven. Drei sind für die Anpassung der Grundfarben Rot, Grün und Blau und die Vierte erlaubt die Bearbeitung der Helligkeitsverteilung, welche in Abbildung 26 rechts unten zu sehen ist.

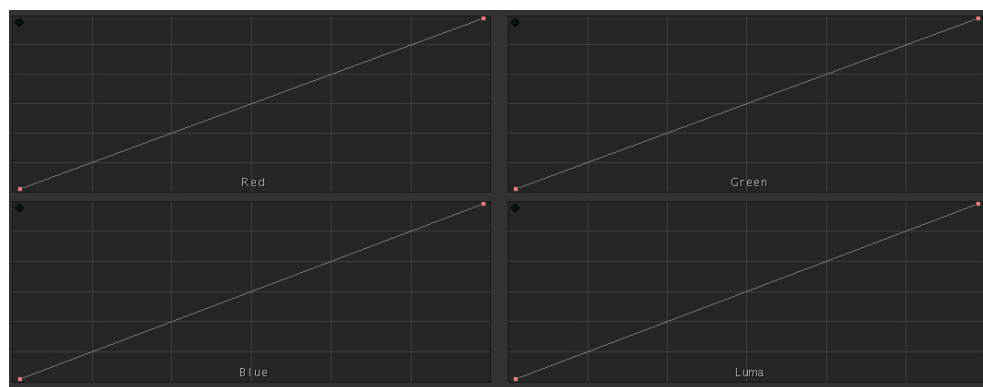


Abbildung 26: Curves im Primary In Room in Color

Die Luminanzkurve besteht aus zwei Achsen. Die horizontale Achse beschreibt den Eingangspegel, die vertikale Achse den Ausgangspegel. Beide Achsen sind in 256 Teilschritte für die Helligkeitsstufen bei einem Video mit 8 Bit Farbtiefe eingeteilt, wobei Null Schwarz (links unten) ist und 256 Weiß (rechts oben). Verbunden werden die Achsen durch eine diagonale Gerade, die sich von links unten nach rechts oben bewegt. Im Ausgangszustand ist jeder Eingangspegel gleich dem Ausgangspegel, das heißt die Null auf der horizontalen Achse gehört zur Null auf der Vertikalen Achse, das mittlere Grau bei 128 gehört zur 128 in der Vertikalen und 256 in der Horizontalen zu der 256 im Ausgangspegel.⁶¹

Möchte man beispielsweise eine Gammakorrektur (Veränderung der Mitteltöne) durchführen, setzt man einen Punkt im mittleren Bereich der Geraden und bewegt

⁶⁰ Steve Hulfish: *The Art and Technique of Digital Color Correction*, 2008, S.25- S.30

⁶¹ <http://www.photozone.de/the-curve-tool>, Zugriff am 28.06.2011

diesen nach oben oder unten. Wird der mittlere Bereich von 128 auf den Wert 120 abgesenkt, bedeutet das, dass der Helligkeitspixel mit dem Wert 128 (Eingangspegel) nun mit dem Wert 120 (Ausgangspegel) angezeigt wird, also dunkler ist. Zusätzlich wird der gesamte Bereich, der zwischen Null und 128 links des gesetzten Punktes liegt nun auf den Bereich zwischen Null und 120 komprimiert. Im Gegenzug wird der Bereich rechts zwischen 128 und 256 auf den Bereich 120 bis 256 gestreckt. Das bedeutet, dass bei einer Veränderung eines Punktes nicht nur dieser Punkt verändert wird, sondern ebenfalls die Helligkeitsbereiche darüber und darunter gestreckt beziehungsweise gestaucht werden.

Je steiler die Kurve in einem Bereich verläuft, desto stärker ist der Kontrast in diesem Bereich. Somit ist es möglich, bestimmte Bereiche hervorzuheben, während andere Bereiche in den Hintergrund treten, weil sie zum Beispiel so weit abgesenkt werden, dass dort keine Details mehr erkennbar sind. Als Beispiel sei die so genannte S- Curve erwähnt, die den mittleren Bereich betont, die Lichter aufhellt und die Schatten abdunkelt. Je nach Stärke der Korrektur ist ein Clippen bestimmter Bereiche möglich.

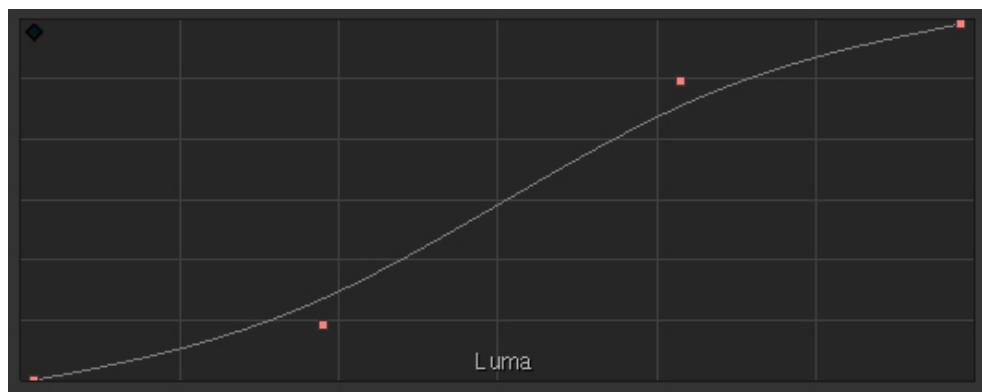


Abbildung 27: S- Curve

Die Luminanzkurve erlaubt eine präzise Bearbeitung aller Helligkeitsbereiche. Beispielsweise lassen sich die Übergänge von Bildinformation in die geclippten Bereiche im Bild etwas abschwächen, indem man einen Punkt nahe dem oberen Ende des Graphen setzt und etwas absenkt. Es ist natürlich nicht möglich, aus geclippten Bereichen wieder Bildinformationen zu bekommen.

Es besteht aber die Möglichkeit, die Übergänge die den geclippten Bereiche umgebenden, weicher zu gestalten. Hierbei ist darauf zu achten, die Punkte nicht zu stark zu verschieben, da es ansonsten zum so genannten Banding kommen kann, das heißt, Helligkeitsverläufe werden nicht mehr gleichmäßig dargestellt, sondern in sichtbaren Farbflächen. Dieser Effekt wirkt bedeutend schlimmer auf das Bild als ein geclippter Himmel.⁶²

Während einer Korrektur ist der „Target Lock“ zu vermeiden. Er beschreibt das Starren auf den gerade zu bearbeitenden Punkt im Bild, während man eine Veränderung

⁶² <http://www.ledet.com/margulis/Makeready/MA21-Defanging.pdf>, Zugriff am 28.06.2011

durchführt. Dabei ist bei einer Bearbeitung immer das gesamte Bild im Blick zu behalten, um überall die Veränderungen zu sehen, die bei der Helligkeitsanpassung entstehen.⁶³

Ein weiterer Vorteil der Arbeit mit dem Curve- Tool ist die Möglichkeit, spezifische Helligkeitsbereiche zu isolieren und diese zu bearbeiten, ohne Einfluss auf das gesamte Bild zu haben. Die folgende Abbildung zeigt dies anhand einer Testtafel mit Graustufenverlauf.

Auf der linken Seite in der Abbildung wurde im unteren Viertel der Kurve ein Punkt gesetzt (X=Eingang=63) und abgesenkt (Y=Ausgang=40). Auf dem Waveform- Monitor ist deutlich zu sehen, dass diese Korrektur Einfluss auf das gesamte Bild hat, also auch auf den Bereich der Mitteltöne und die Lichter.

Im Vergleich dazu wurde im mittleren Bereich der Abbildung ein weiterer Punkt bei ca. 120 gesetzt. Dieser Punkt reduziert den Einfluss der Korrektur auf den oberen Helligkeitsbereich deutlich, die in den Schatten angewandt werden. Der Effekt der Korrektur auf die Mitteltöne und Lichter ist abhängig vom verwendeten Programm. AVID beispielsweise schützt den oberen Helligkeitsbereich ab dem gesetzten Punkt vollkommen, bei anderen Programmen verändern die gesetzten Punkte die Kurve wie eine Bezier-Kurve, das heißt die Kurve wird sich oberhalb des Isolationspunktes etwas nach oben bewegen, sodass das Bild im oberen Bereich leicht heller wird. Dem kann man Abhilfe schaffen, indem man einen 2. Isolationspunkt kurz nach dem 1. Punkt setzt, beispielsweise bei 130 oder 140 (unterer Teil der Abbildung)

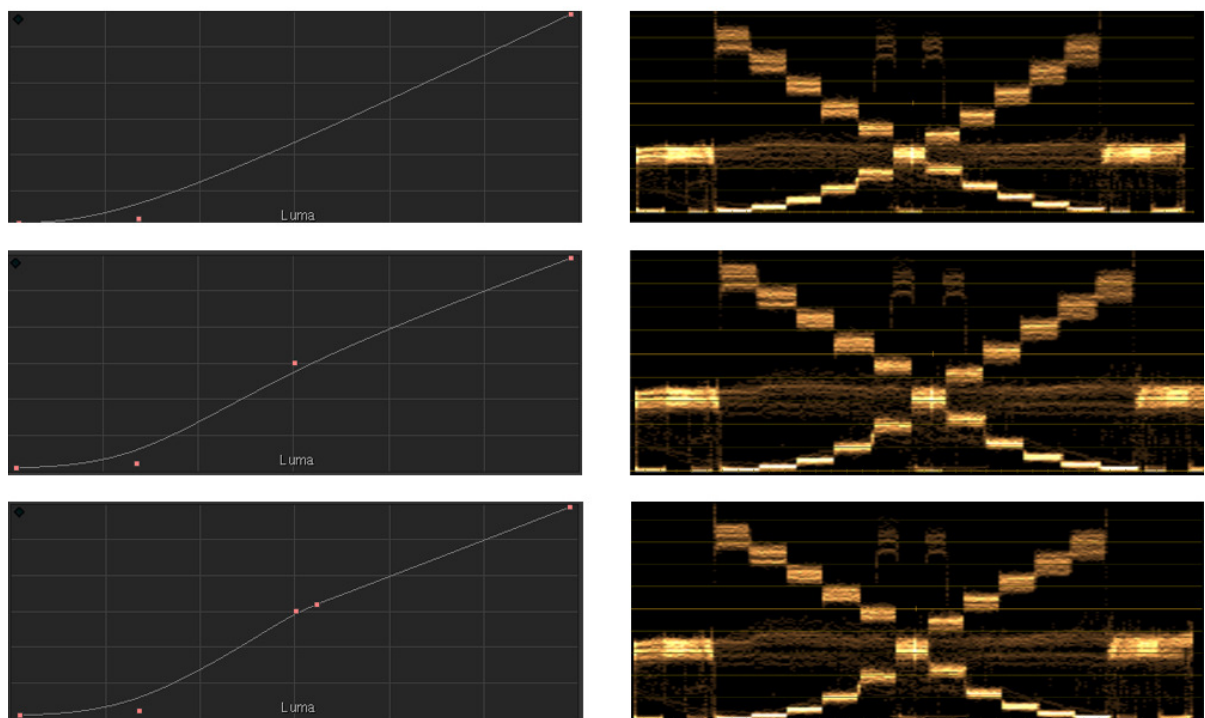


Abbildung 28: Vergleich der Anpassung der Schatten ohne (oben), mit einem (Mitte), oder mit zwei (unten) Isolationspunkten

⁶³ Steve Hulfish: *The Art and Technique of Digital Color Correction*, 2008, S.44- S.56

3.5.6 Das Histogramm

Das Histogramm ist eine einfache grafische Darstellung der Helligkeitsverteilung in einem Bild. Die Anzeige besteht aus zwei Achsen. Entlang der X-Achse wird die Helligkeit vom absoluten Schwarz bis zum reinen Weiß auf der rechten Seite dargestellt. Die Y-Achse zeigt die Anzahl der Helligkeitspixel bei jedem Grauwert. Je höher der Balken, desto häufiger kommt dieser Grauwert im Bild vor.⁶⁴

Das Histogramm ist ein schwierig zu deutendes Messinstrument. Ein perfekt belichtetes Bild nach dem so genannten Zonensystem von Ansel Adams hat eine Helligkeitsverteilung ähnlich einer Bell Kurve, das heißt, einige Pixel im Schwarz beziehungsweise Weiß und die meisten Pixel verteilen sich im mittleren Bereich.

Das Zonensystem von Ansel Adams beschreibt die Erstellung eines, nach exakten Belichtungsvorgaben erstellten, Schwarz-Weiß-Negativs, das den gesamten Kontrastumfang des Films ausnutzt. Hierzu wird das Bild in 11 Zonen aufgeteilt, die alle bestimmte Helligkeitswerte besitzen, wobei jedes Zone einer Blendenstufe entspricht. Zone Fünf wird hierbei als Neutralgrau betrachtet. Bei Farbfotos werden die Farben vor der Aufnahme in Grauwerte umgerechnet und dann den einzelnen Zonen zugewiesen.

Doch gibt es viele stimmungsvolle und spannende Bilder, die nicht in dieses Schema passen und dementsprechend ein schrecklich aussehendes Histogramm erzeugen. Als Beispiel sei das folgende Bild auf der nächsten Seite genommen.⁶⁵

⁶⁴ <http://kwerfeldein.de/index.php/2008/07/01/das-histogramm-verstehen/>, Zugriff am 31.06.2011

⁶⁵ <http://www.available-light.org/praxis/zonensystem.htm>, Zugriff am 31.06.2011

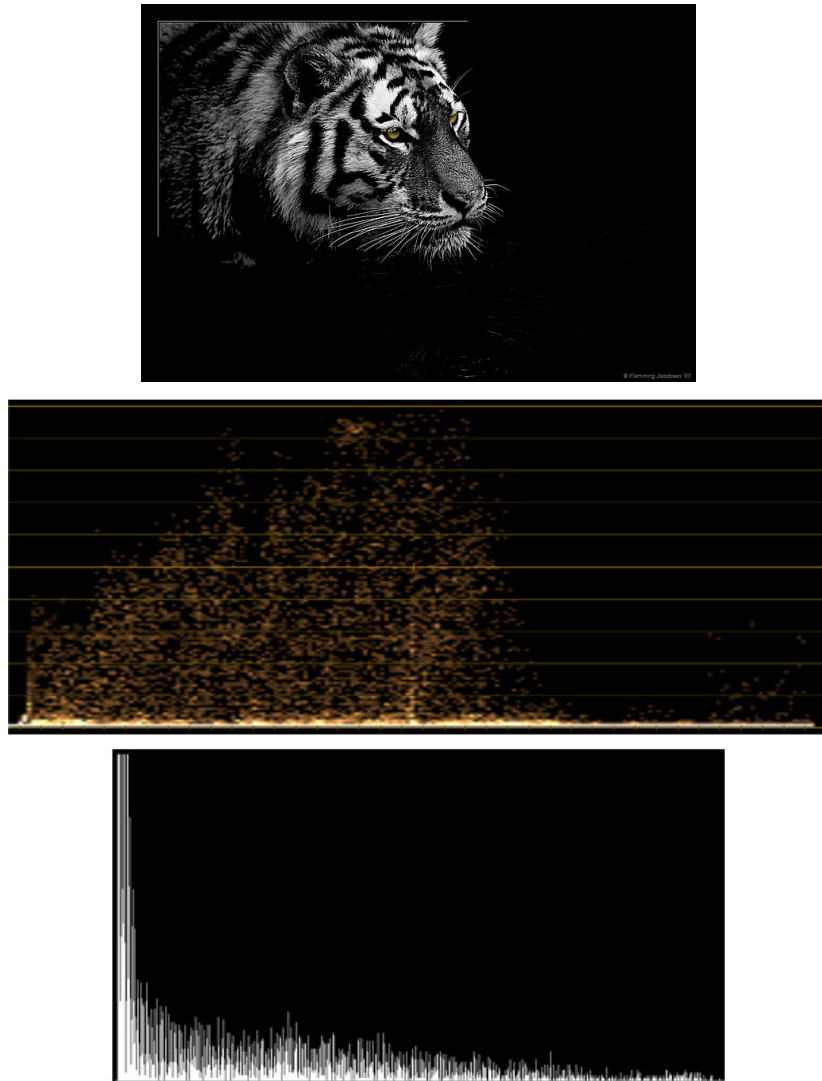


Abbildung 29: Low- Key Aufnahme, analysiert mit Histogramm und Waveform- Monitor

Nach dem Histogramm zu schließen, ist dies ein extrem unterbelichtetes Bild mit nur sehr geringem Weißanteil. Das eigentliche Bild zeigt aber eine optimal belichtete Aufnahme eines Tigers vor einem schwarzen Hintergrund, was der Waveform- Monitor bestätigt.

Insgesamt erlaubt das Histogramm nur eine Beurteilung der Helligkeitsverteilung, jedoch nicht, wo sich diese Teile im Bild befinden. Dafür lässt sich Clipping in den Lichtern oder Schatten einfach identifizieren. Es zeigt sich als scharf aufsteigender Ausschlag am oberen oder unteren Ende, wie in Abbildung 29 zu sehen. Dies erlaubt eine sehr einfache und präzise Einstellung des Schwarzwertes und der Lichter, da der erscheinende Ausschlag, der beim Clipping entsteht, sofort sichtbar ist.

Durchweg lässt sich sagen, dass jeder Colorist verschiedene Messgeräte für die Farbkorrektur verwenden wird und von jedem seine benötigten Informationen entnimmt. Jedes Messgerät hat seine Vorteile und Einsatzmöglichkeiten; das Histogramm eignet sich gut zur einzelnen Kanalbetrachtung, um zu erkennen, in welchem Kanal es Probleme geben könnte.

3.6 Helligkeit und Kontrast

Fast jedes Schnittprogramm, besonders solche, die im Amateurbereich oder semiprofessionellen Bereich benutzt werden, bieten die Funktion „Helligkeit und Kontrast anpassen“. Auch in der Bildbearbeitung ist diese Funktion weit verbreitet, sogar bei Adobe Photoshop. So einfach diese Funktion auch ist, sollte sie nicht verwendet werden, da ihre Einstellungsmöglichkeiten und die Kontrolle über das Bild stark eingeschränkt sind.

Sieht man sich eine Testtafel mit Graustufenverlauf im Waveform-Monitor an und benutzt den Regler für die Helligkeit, ist deutlich erkennbar, dass sich das gesamte Bild in seiner Helligkeit einheitlich verändert. Es wird heller und dunkler, wie in Abbildung 30 deutlich wird.

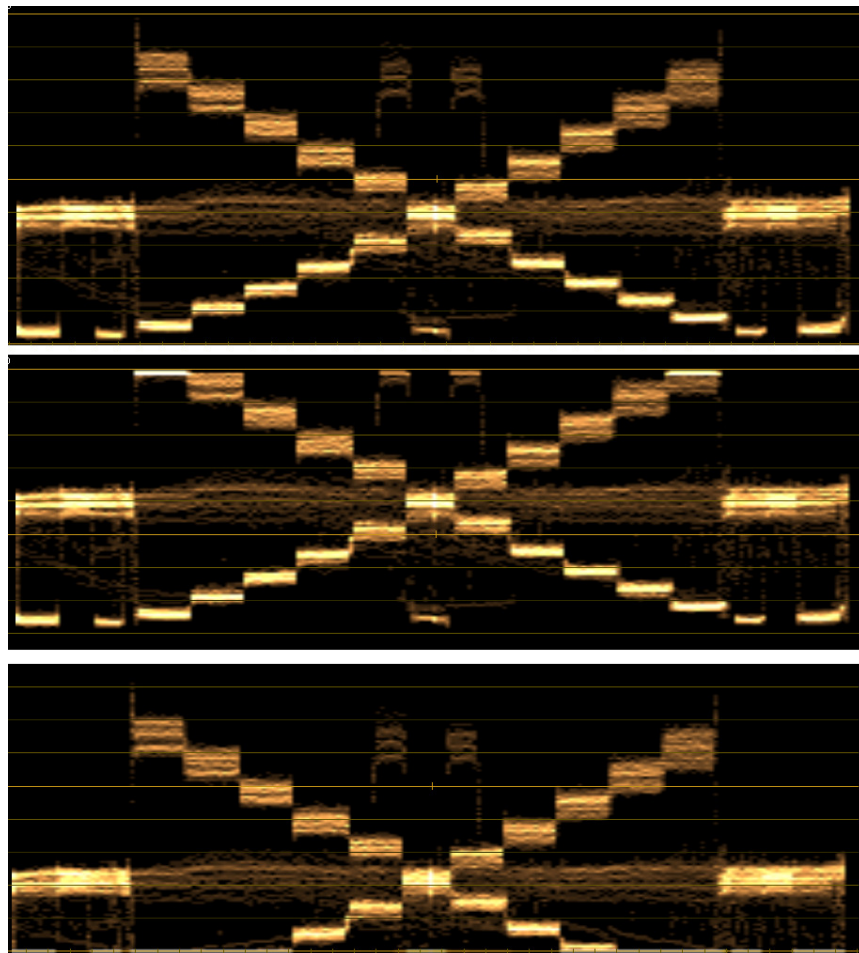


Abbildung 30: Testtafel mit Veränderung des Helligkeitsreglers

Im Vergleich dazu greift der Regler für die Lichter (Gain) hauptsächlich nur auf die Lichter zu und lässt das restliche Bild fast unberührt.

Ähnlich arbeitet der Regler für den Kontrast. Er streckt oder staucht das gesamte Bild zwischen den Schatten und den Lichtern. Die Schatten und Lichter werden im gleichen Verhältnis abgesenkt bzw. erhöht.

Eine gute Farbkorrektur zeichnet sich dadurch aus, dass man die komplette Kontrolle über das Bild und seine Bestandteile hat und die Funktion Helligkeit und Kontrast ist dazu komplett ungeeignet.

3.7 Farbkorrektur

Die globale Kontrastanpassung ist nur ein Teil der primären Farbkorrektur, denn neben der Anpassung der Helligkeitsverteilung im Bild werden hier auch die einzelnen Farben bearbeitet. Ziel ist es, ein neutrales Schwarz und Weiß zu bekommen. Hierzu bedient man sich, je nach genutzter Funktion, der einzelnen Farbkanäle oder der drei Helligkeitsbereiche im Bild.

3.7.1 Farbstich erkennen

Ein Farbstich im Filmmaterial beschreibt eine Verschiebung der Gesamtfarbigkeit in eine bestimmte Richtung, das heißt eine Farbe ist in einem besonderen Maße ausgeprägt und liegt wie eine Art Schleier auf dem Bild. Dies ist zumeist unerwünscht und muss nachträglich geändert werden. Häufigste Ursache ist ein falsch gewählter Weißabgleich der Kamera während der Aufnahme. Für das menschliche Auge ist die Farbtemperatur, die den Weißabgleich beschreibt, am Set nicht zu erkennen, da sich das menschliche Auge und das Gehirn an die Lichtsituation anpasst und so den Farbstich kompensiert. Weiß ist für das Auge also immer Weiß.

Um einen Farbstich beim Dreh zu vermeiden, sollte ein manueller Weißabgleich gemacht werden, der die Kamera auf die Lichtsituation sensibilisiert.⁶⁶

Bei der Bildanalyse gibt es 3 Möglichkeiten, einen Farbstich zu erkennen:

1. Das Betrachten des Bildes auf einem Videomonitor
2. Waveform- Monitor im RGB- Modus
3. Vektorskop

Das Erkennen eines Farbstichs auf einem Videomonitor erfordert einige Übung. Es ist nötig, sich viele verschiedene Filme und Videos anzusehen, um verstehen zu können, warum das Bild so aussieht, wie es aussieht. Vor allem Werbeclips sind hier vorzuziehen, da hier besonders viel Zeit und Geld investiert wurde, um einen bestimmten Look zu erzeugen.

Um dies zu üben und seine Augen besser trainieren zu können, ist es ratsam, das Gesehene mit einem Waveform- Monitor, einem Vektorskop oder dem Histogramm zu vergleichen.

Zur Verdeutlichung, wie sich ein Farbstich auf die einzelnen Messgeräte auswirkt, folgt nun ein Beispiel anhand einer Testtafel.

⁶⁶ <http://www.photab.de/fotowissen/farbstich-digitalfotografie>, Zugriff am 02.07.2011

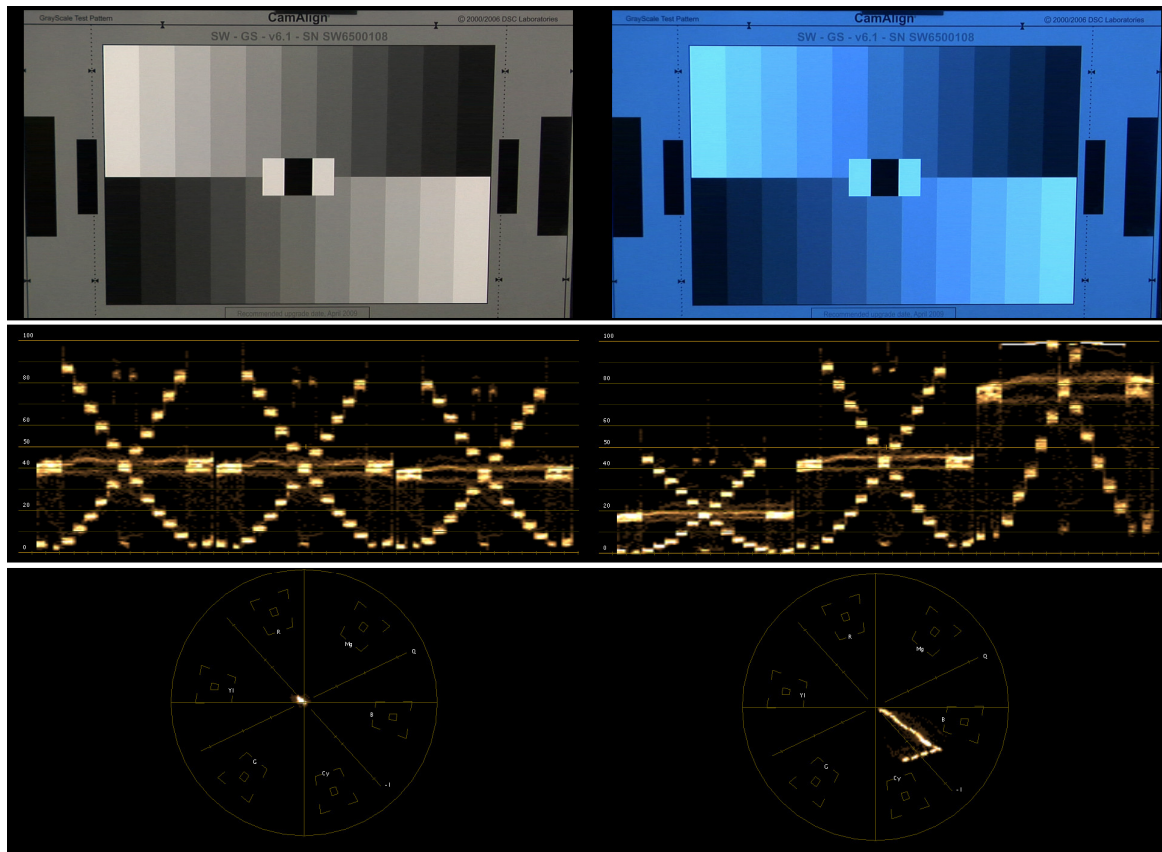


Abbildung 31: Testtafel links neutral, rechts mit blauem Farbstich

3.7.2 Farbbalance einstellen

Die Funktion „Farbbalance“ findet in sehr vielen Programmen Verwendung, doch ist die Bezeichnung nicht gleich. *Final Cut* nennt sie 3-Wege-Farbkorrektur, im *AVID* wird sie Hue Offset Wheel genannt und *Color* von *Apple* nennt sie im Primary In Room Farbbalance. Überall sehen sie etwas anders aus, die Funktion ist aber immer gleich.

Bevor eine Farbkorrektur durchgeführt wird, sollte die globale Kontrastabpassung bereits durchgeführt worden sein. *Color* bietet hierzu neben den bekannten numerischen Einstellungen und den 3 Farbkreisen jeweils auch einen Regler für Lichter, Gamma und Schatten.

Die 3 Farbkreise sind ebenfalls in die 3 Helligkeitsbereiche Schatten, Gamma und Lichter eingeteilt, sodass eine selektive Korrektur möglich ist.

Die Farbbregler funktionieren nach dem Prinzip der additiven Farbmischung. Ein Farbstich wird korrigiert, indem man den Cursor von der Mitte (Neutralstellung) in die entgegen gesetzte Richtung des Farbstiches bewegt. Die empfohlene Reihenfolge ist wie bei der Kontrastanpassung, zuerst die Schatten, dann die Lichter und zum Schluss die Mitteltöne.

Beim Korrigieren ist der Cursor langsam mit der Maus zu bewegen, da zumeist kleine Korrekturen bereits ausreichen, einen Farbstich zu beheben. Es ist außerdem möglich, dass der Farbstich in den 3 Farbbereichen nicht der gleichen Farbe und Stärke

entspricht, sodass man, hat man einen Bereich korrigiert, sofort alle 3 Bereiche in der gleichen Art bearbeiten kann.

Auch besteht durchaus die Möglichkeit, dass die Korrektur eines Bereiches einen Einfluss auf den anderen Bereich hat, sodass nach der Korrektur der Mitteltöne die Lichter und Schatten noch einmal kontrolliert werden sollten.⁶⁷

Die folgende Abbildung zeigt die bekannte Testtafel mit einem Blaustich in korrigierter Version.

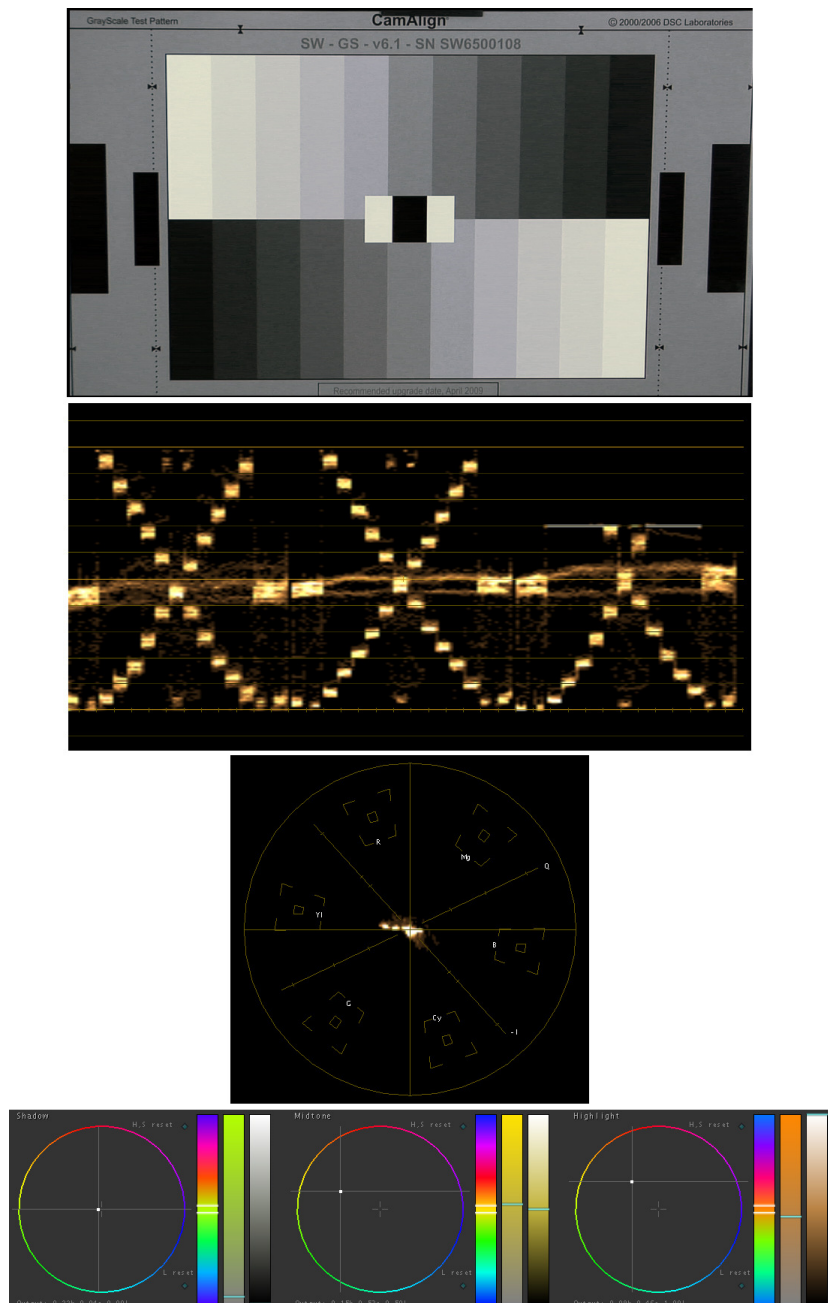


Abbildung 32: Testtafel korrigiert

⁶⁷ http://library.creativecow.net/articles/devis_andrew/Primary-Color-Correction/video-tutorial, Zugriff am 02.07.2011

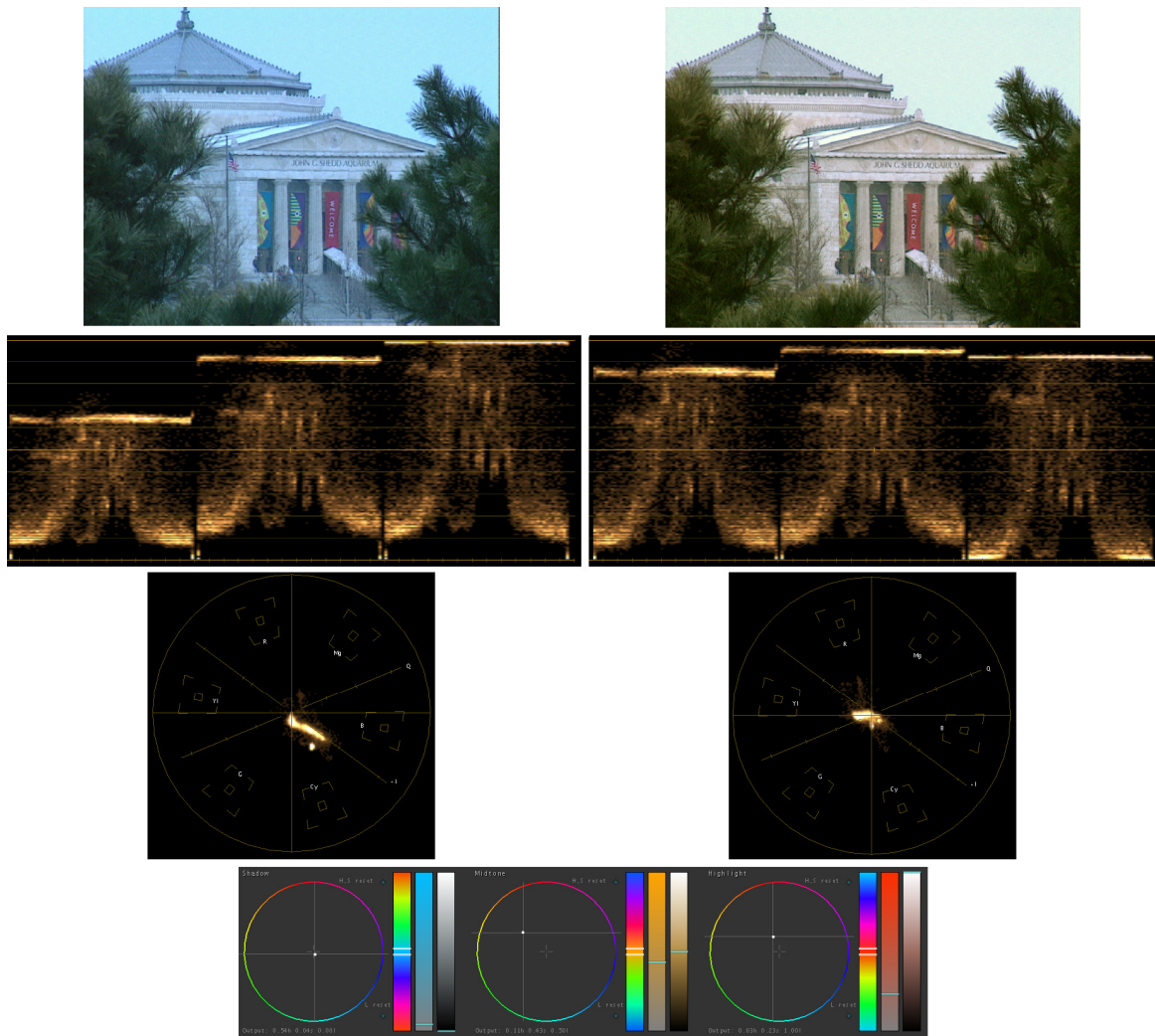


Abbildung 33: Links Foto mit einem falschen Weißabgleich, rechts korrigiertes Bild

Bei den Korrekturen ist zu beachten, welche Bereiche Schwarz und Weiß sind und dort die Korrektur zu beginnen, um sich daran zu orientieren. Schwieriger wird es bei Hauttönen. Diese haben einen deutlich höheren Rotanteil im Vergleich zu Grün und Blau. Hierzu wurde im Vektorskop die so genannte I-Line eingezeichnet. Diese stammt eigentlich aus dem NTSC Farbraum und beschreibt das Farbdifferenzsignal Cyan Minus Orange. Dieser Farbraum ist zum bekannten YUV- Farbmodell um 33° im Uhrzeigersinn gedreht. Vorteil dieser I-Line ist, dass sie den Bereich der Hauttöne anzeigt, auf denen diese normalerweise liegen sollten. Liegen sie dort nicht, wirken die Farben unnatürlich. Bereits kleine Abweichungen werden vom menschlichen Auge registriert, da unser Auge für diese Töne besonders sensibilisiert ist.⁶⁸

⁶⁸ Peter Henning: *Taschenbuch Multimedia*, 2007, S.93- S.97

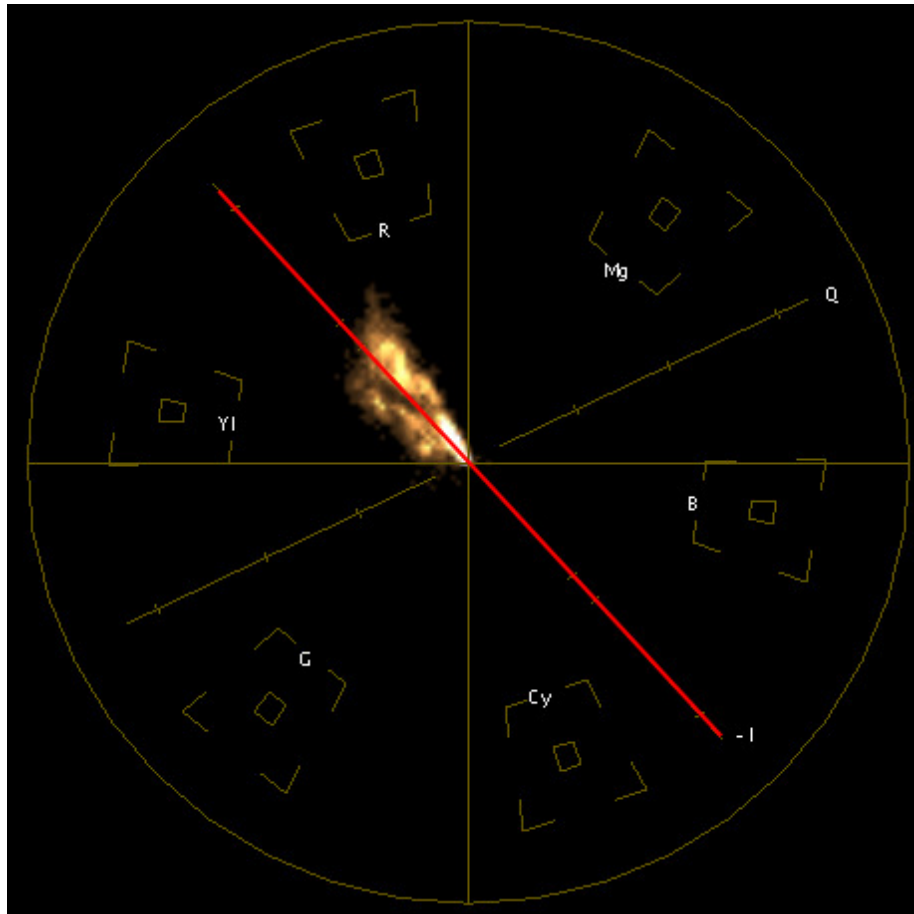


Abbildung 34: Vektorskop mit I-Line

Wie auch bei der Kontrastanpassung ist es bei der Farbkorrektur von entscheidender Wichtigkeit festzustellen, in welchen Helligkeitsbereich sich der zu korrigierende Bereich befindet, wenn man sich das Bild auf dem Waveform- Monitor als RGB-Parade ansieht, um dann entscheiden zu können, in welche Richtung der Cursor bewegt werden muss.

Mit einem Vektorskop ist das relativ einfach, da die Farben dort mit denen der Regler übereinstimmen und man diese intuitiv steuern kann. Bei der RGB Parade muss man wissen, wie sich die Farben verhalten, wenn man den Cursor bewegt. Es ist viel Übung und Training notwendig, damit man diese Technik verinnerlicht und den Cursor scheinbar blind bewegen kann, während man einen Blick auf die RGB-Parade wirft.

Bewegt man beispielsweise den Cursor in Richtung Grün (zwischen 7 und 8 Uhr Position), wird nicht nur das Grünsignal verstärkt, sondern es werden Rot und Blau im gleichen Verhältnis abgesenkt, da die Komplementärfarbe von Grün Magenta ist und diese Farbe mischt sich aus Rot und Blau. Bewegt man den Cursor weiter in Richtung Gelb, bleibt Grün auf seinem Level, Rot wird angehoben, während Blau weiter abgesenkt wird.

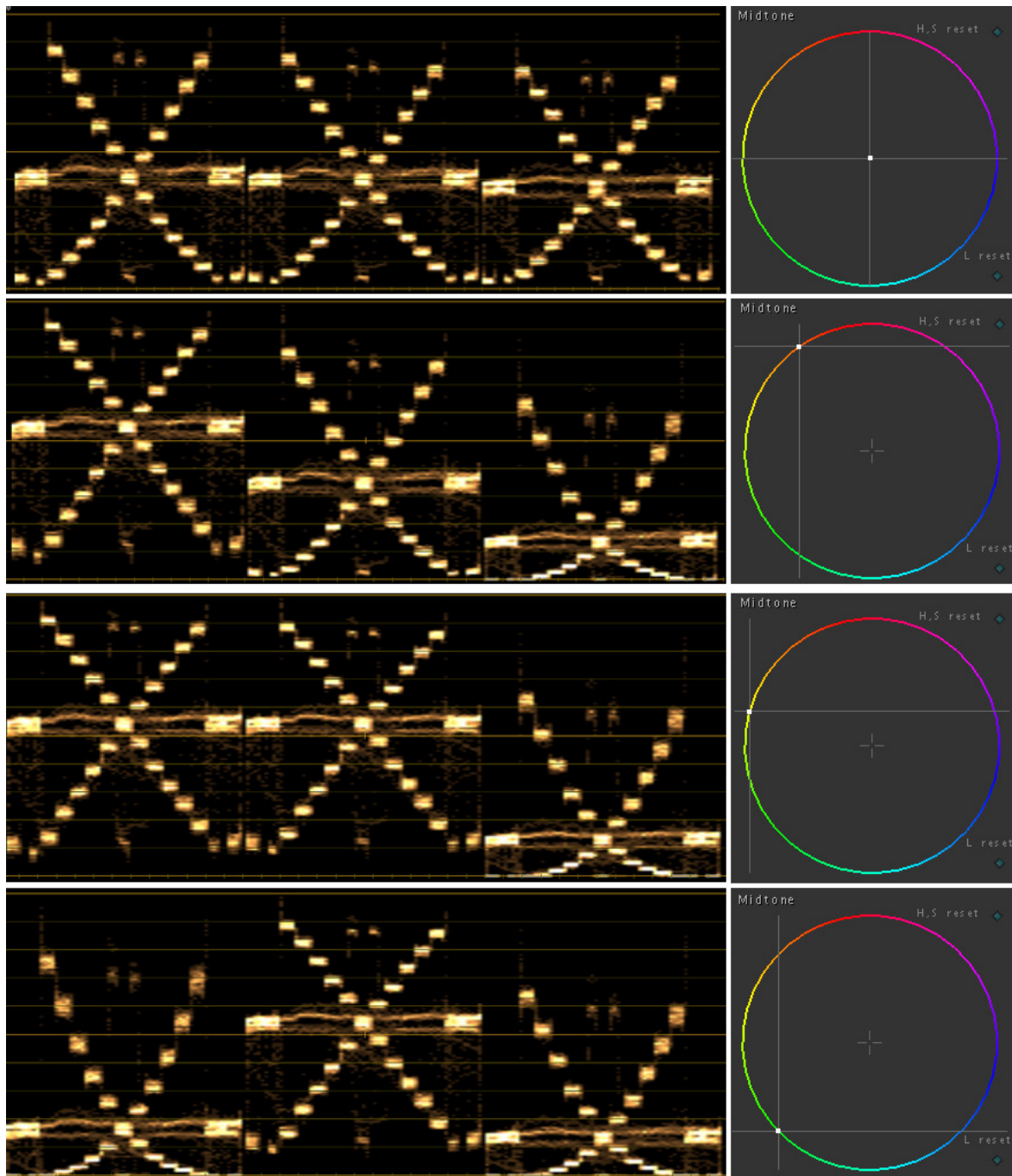


Abbildung 35: Beispielbilder für Cursorpositionen: 1. Zeile: Ausgangspunkt, 2. Zeile: Korrektur nach Rot, 3. Zeile: Korrektur nach Gelb, 4. Zeile: Korrektur nach Grün

Um zum Beispiel die Farbe Rot bei der Korrektur auf ihrem Level zu belassen und nur die anderen beiden Farben Grün und Blau bearbeiten, bildet man auf dem Vektorskop eine gedachte Linie zwischen der zu belassenden Farbe und der Komplementärfarbe, in diesem Fall Cyan. Um nun Rot auf seinem Level zu halten, bewegt man den Cursor senkrecht zu der gedachten Linie. Dies passt in diesem Beispiel perfekt zu der auf dem Vektorskop eingezeichneten Q-Linie. Die Q-Linie ist das 2. Farbdifferenzsignal aus dem NTSC Farbraum und beschreibt das Verhältnis von Grün und Magenta.

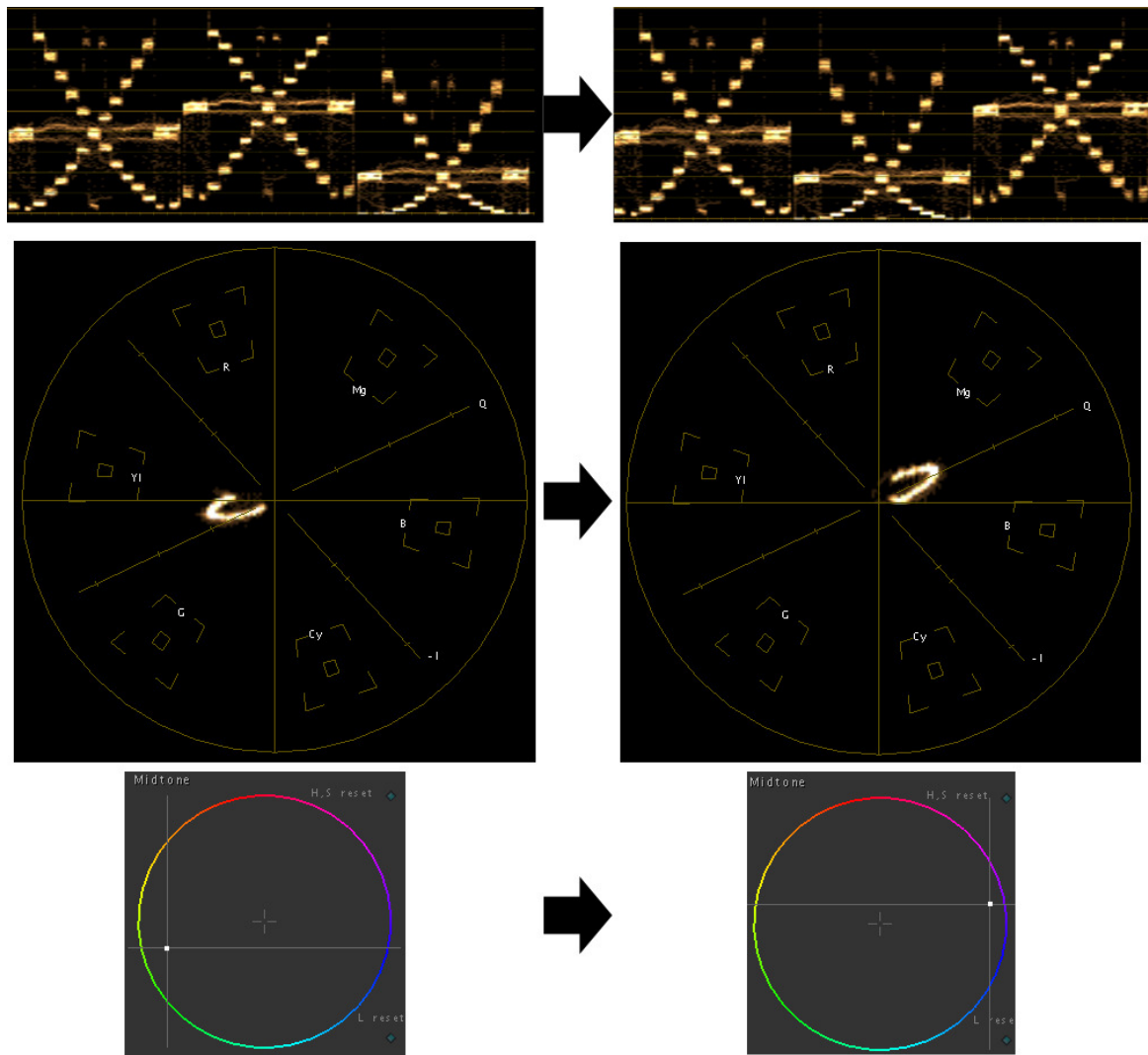


Abbildung 36: Verschiebung des Cursors bei gleichzeitigem Belassen des Rots auf dem Ausgangslevel

3.7.3 RGB- Curves

Wie bereits in Abschnitt 3.5.5 erläutert, gibt es im Programm *Color* von *Apple* das Curve- Tool mit seinen vier Kurven, ebenso aber auch im *AVID* oder bei *Color Finesse*. Dort wurde die vierte Kurve, die Luminanzkurve, erklärt. Die anderen drei Kurven für die drei Farbkanäle funktionieren genauso intuitiv und schnell.

Sobald man eine Korrektur mit dem Curve- Tool anfängt, sollte man seinen Waveform-Monitor auf RGB oder YRGB Parade umschalten, um so schnell zu erkennen, welche Auswirkungen die Korrekturen auf die einzelnen Farbkanäle haben.

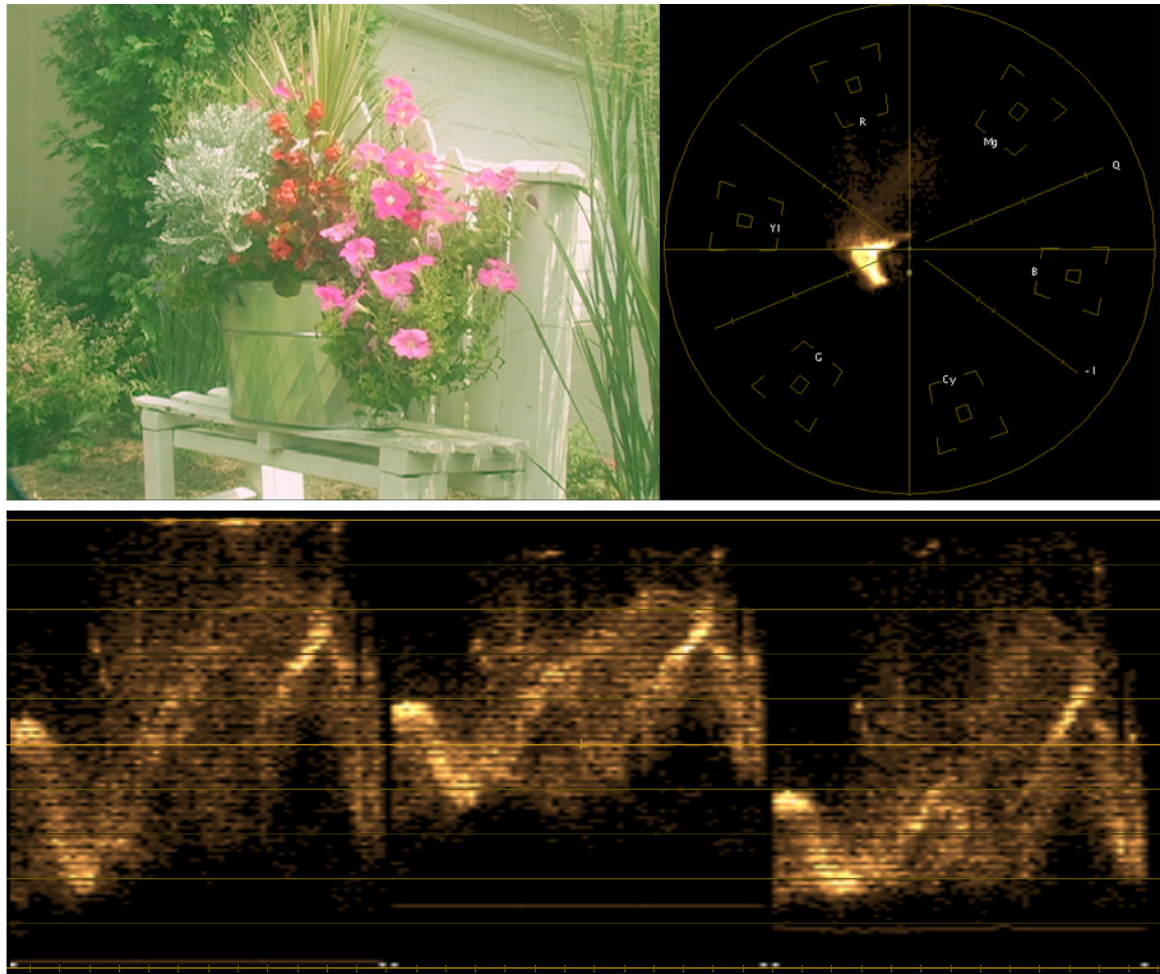


Abbildung 37: Beispielbild mit extremen grünem Farbstich

Wie auf dem Waveform- Monitor zu sehen, sind die Schwarzwerte der drei Farbkanäle erhöht, wobei der Rotkanal noch am Dichtesten am absoluten Schwarz ist, dicht gefolgt vom Blaukanal.

Mittels der Kurven ist es nun möglich, ein reines Schwarz, ohne Farbstich zu erstellen, da nun jeder Farbkanal einzeln bearbeitet werden kann. Bei der Kontrastanpassung wurde der Schwarzwert vorher soweit abgesenkt, dass ein Kanal Schwarz erreicht hat, nun können alle Kanäle gleichermaßen auf absolutes Schwarz getrimmt werden um einen Farbstich im Schwarz auszugleichen.

Nachdem bei den Kurven die Punkte links unten weiter nach rechts verschoben wurden, um den Schwarzwert anzupassen, müssen die Lichter bearbeitet werden. Rot ist hier schon geclippt. Es kann versucht werden durch minimales Absenken des Rotkanals wieder etwas Zeichnung ins Bild zu bekommen, doch sollte beachtet werden, dass im Bild das weiße Bein der Bank absolutes Weiß ist und dort somit alle 3 Farben in gleichen Anteilen vorhanden sein müssen. Das Absenken funktioniert wie bei der Luminanzkurve. Dafür wird der Punkt rechts oben leicht abgesenkt. Im Gegenzug werden Grün und Blau angehoben. Als Orientierung kann hier wiederum das helle Bein der Bank in der Mitte des Bildes dienen, indem alle drei Kanäle in diesem Bereich auf den gleichen Level gebracht werden.

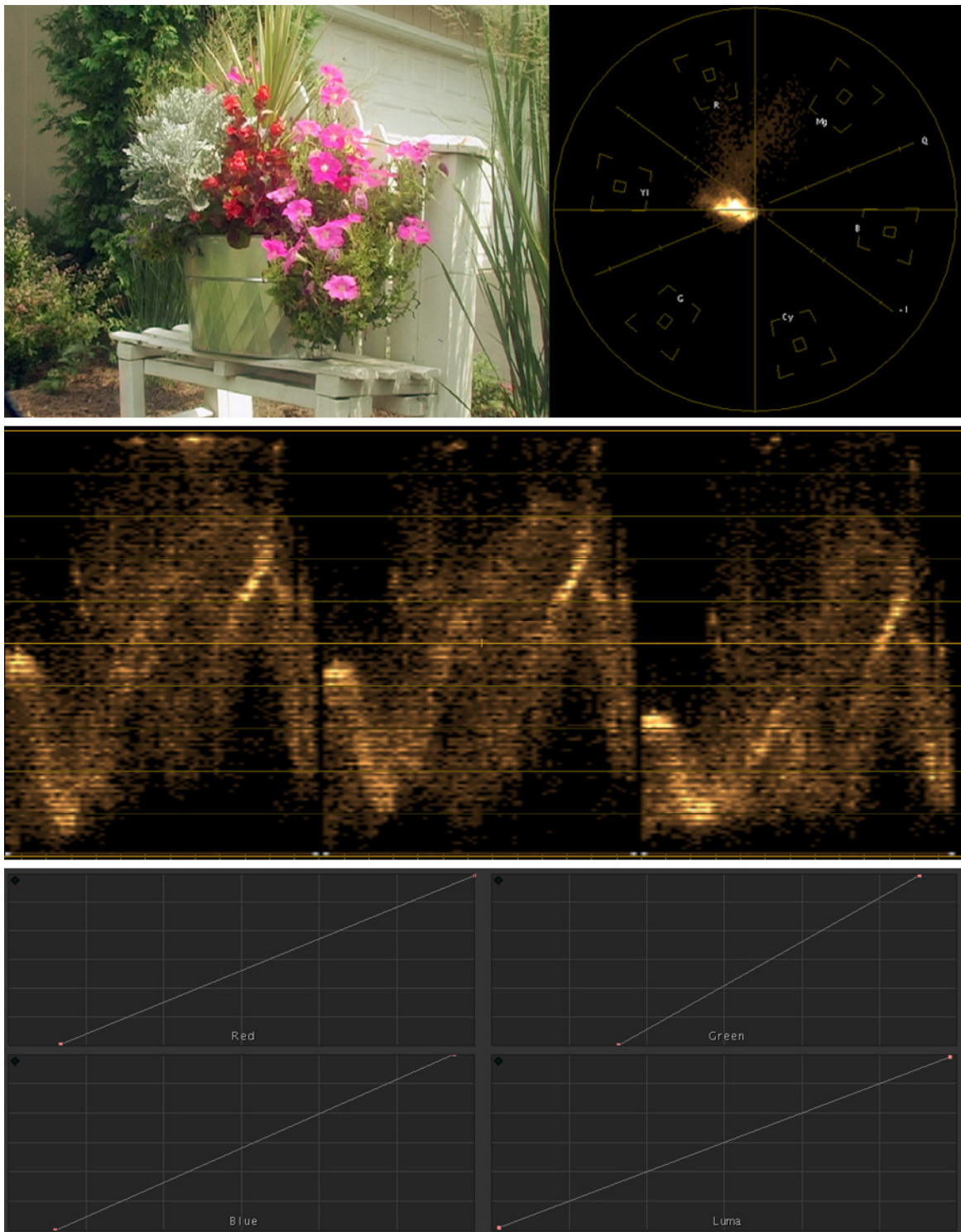


Abbildung 38: Bild nach Anpassung von Schwarzwert und Lichtern

Nachdem Schwarzwert und Lichter angepasst sind, sieht das Bild schon bedeutend besser aus. Es hat aber noch einen leichten Gelbstich. Dies ist auf dem Waveform-Monitor gut zu erkennen, da Rot und Grün, welche gemischt Gelb ergeben bedeutend stärker sind, als Blau, die Komplementärfarbe von Gelb. Betrachtet man den Waveform-Monitor in Zusammenhang mit dem Videobild genauer, kann man versuchen herauszufinden, welche Bereiche im Bild Weiß beziehungsweise Schwarz sein sollen.

Der linke Bildbereich beispielsweise hat ca. 25% mehr Rot und Grün als Blauanteile und entspricht im Videobild der Häuserwand. Dies wird aber dabei belassen, da diese Wand im Original auch einen leicht rötlichen Ton hat. Hier ist die Kommunikation mit der Kameraabteilung nötig, um solche Dinge, die den Look betreffen, zu klären. Dieser Teil bleibt also unbearbeitet.

Sieht man sich die Lichter an, ist zu erkennen, dass die hellsten Bildbereiche im Blaukanal zwar so hoch wie möglich sind, aber die restlichen hellen Blaubereiche sind bei weitem nicht so kräftig wie im Rot- oder Grünkanal. Zudem ist bekannt, dass sowohl die Bank als auch die Garagentür im Hintergrund Weiß sind. Über die Kurven wird also im Blaukanal der Bereich der Lichter angehoben. Der Punkt sollte bei ca. 75% im Blau liegen. Beim Verschieben des Punktes sind wieder Waveform- Monitor und Videobild parallel zu betrachten, um die Veränderungen beurteilen zu können. Als Indikator soll im Waveform- Monitor ein Ausschlag bei ca. 75% im Rot- und Grünkanal dienen, der die Garagentür symbolisiert. Auf die gleiche Höhe sollte der Blaukanal gebracht werden. Um dies zu erreichen, muss der gesetzte Punkt um ca. 10% angehoben werden. Da diese starke Erhöhung die Lichter zu stark clippen lässt, wird der Punkt für die Highlights, der vorhin nach links verschoben wurde, wieder nach rechts verschoben und sogar etwas abgesenkt.

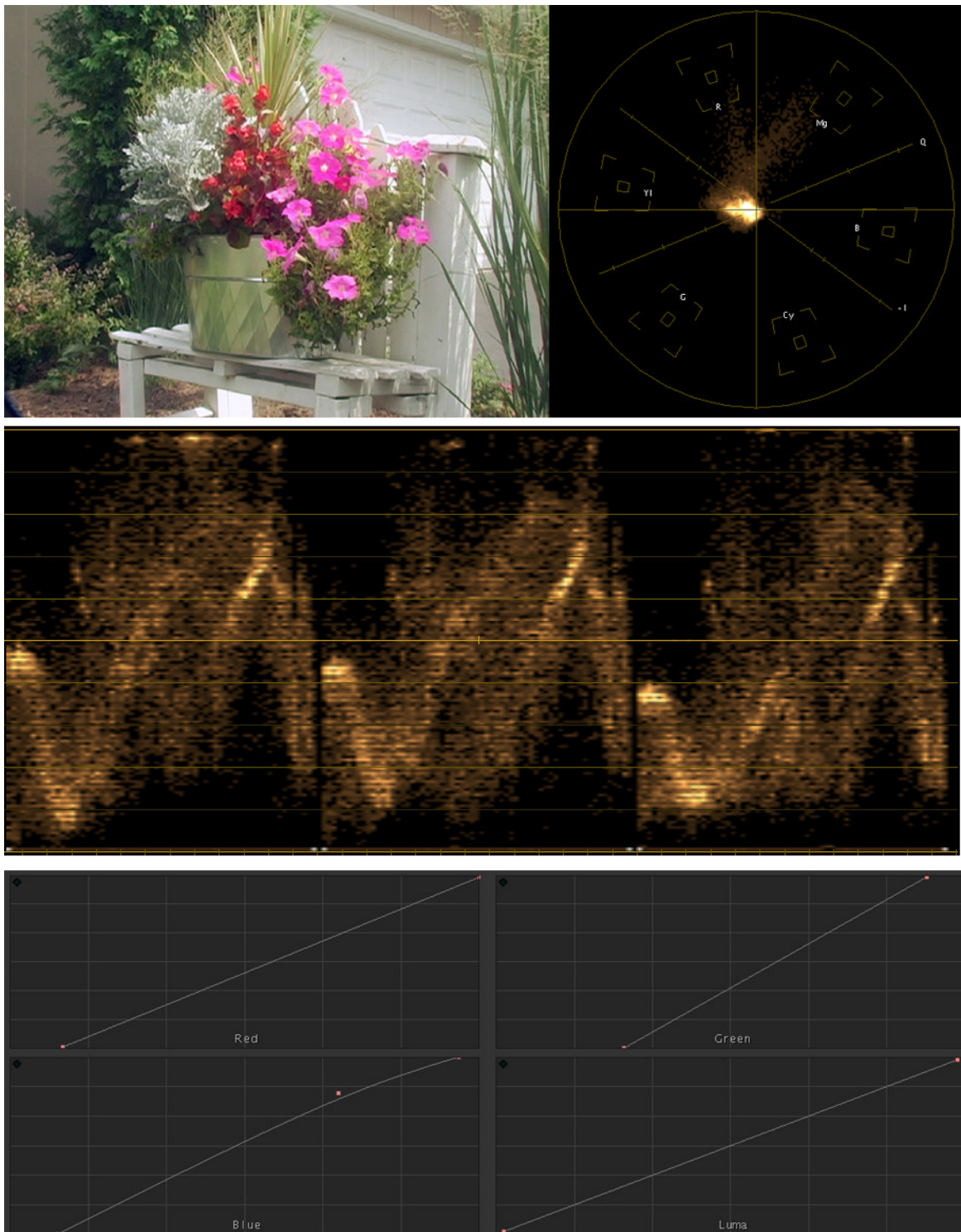


Abbildung 39: Bild nach Anpassung der Lichter im Blaukanal

Das Bild sieht nun bedeutend besser aus, einzig der leichte Grünstich in der Kanne in der Bildmitte ist noch störend. Als Korrektur wird der Grünkanal im unteren Viertel leicht abgesenkt.

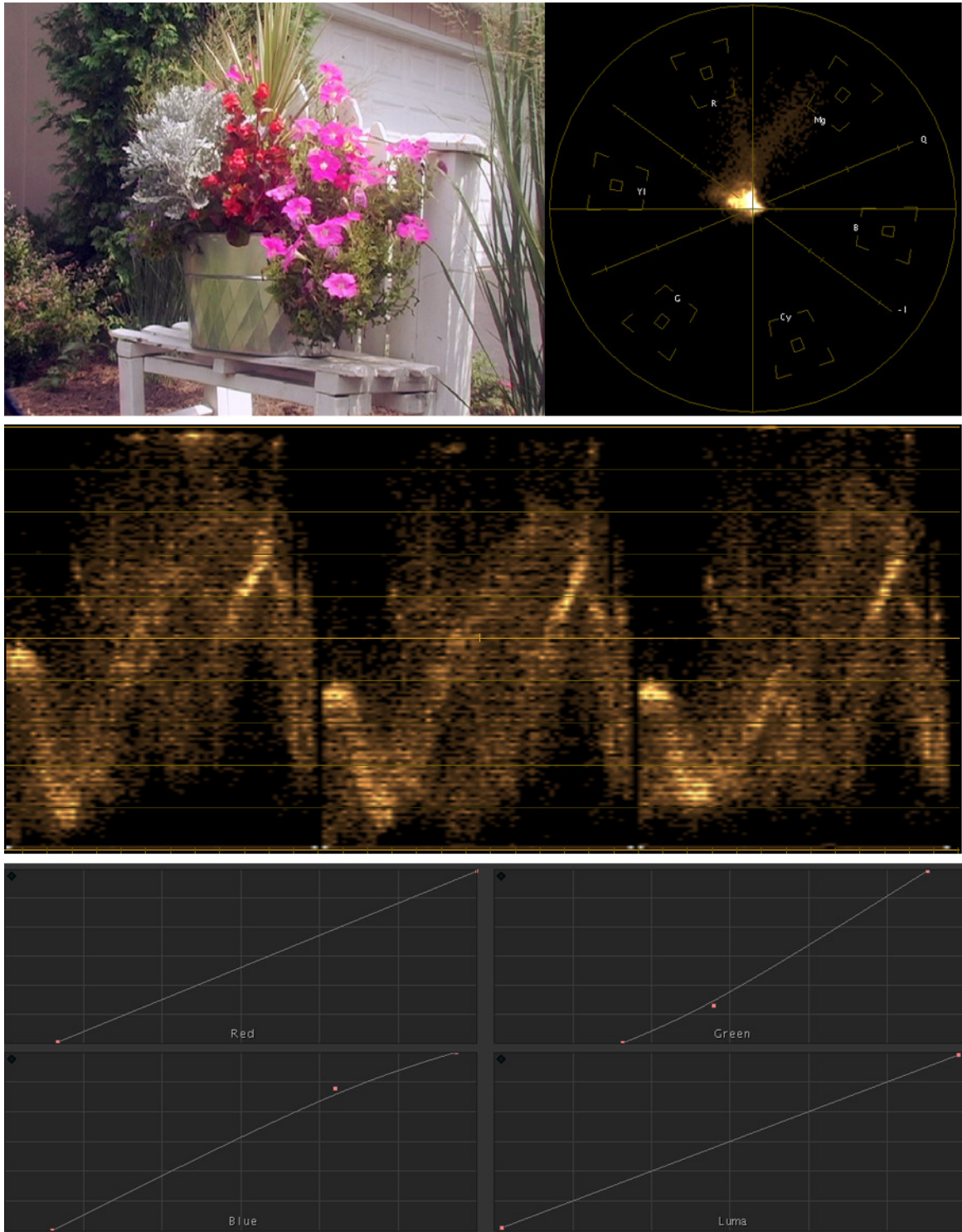


Abbildung 40: Finales Bild nach Korrektur

Diese Korrekturen haben den Bildeindruck im Vergleich zum Original deutlich verbessert. Solche Änderungen wären mit dem zuvor vorgestellten Farbbalanceeinstellungen in dieser Art nicht möglich gewesen, da dort jeder Helligkeitsbereich nur in eine Richtung bearbeitet werden kann, in diesem Fall aber mehrere Veränderungen in einem Helligkeitsbereich gemacht werden mussten. Die Schwierigkeit ist, zu erkennen, in welchem Helligkeitsbereich die zu bearbeitende

Bildstelle liegt und diese dann in den Kurven zu finden und korrekt zu bearbeiten. Hierzu gibt es in einigen Programmen, wie z.B.: *AVID*, ein Tool, das sich Eyedropper nennt. Damit ist es möglich, ein Bildteil anzuklicken und darüber die spezifischen Bildinformationen wie Farbanteile oder Helligkeit abzulesen, die man dann für die Korrektur verwenden kann. Die Größe dieses Bildteils (Sample genannt) variiert von Programm zu Programm und beträgt 3x3 oder 5x5 Pixel, aus denen dann der Mittelwert berechnet wird. Diese größeren Samples haben den Vorteil, dass so vermieden wird, genau den Pixel anzuklicken, der für diesen Bereich nicht repräsentativ ist, weil genau dort beispielsweise Bild- oder Farbrauschen ist. Andererseits darf das Sample auch nicht zu groß sein. Möchte man eine dünne schwarze Linie auswählen, ist es so möglich, sowohl die hellen Bildbereiche um die Linie, als auch die Linie selbst auszuwählen. Aus diesen Werten wird dann der Mittelwert gebildet, die zu keinen Bereich passen.⁶⁹

3.7.4 RGB- Regler

Diese Funktion bietet sehr ähnliche Möglichkeiten wie das Curve- Tool, welches eben vorgestellt wurde. Anstatt einer veränderbaren Kurve gibt es in dieser Funktion, je nach verwendetem Programm, drei Regler beziehungsweise numerische Eingabefelder, mit denen man den Schwarzwert, die Mitteltöne und die Lichter für jeden Farbkanal einzeln bearbeiten kann.

Dieses Tool findet man in jedem Schnittprogramm, das eine Farbkorrektur ermöglicht. Auch die Arbeitsschritte, in denen die einzelnen Helligkeitsbereiche bearbeitet werden, sind identisch mit den bereits vorgestellten Methoden. Es ist einzig das Layout und die Bedienung, was sich hier unterscheidet.

Im Programm *Color* befindet es sich rechts im Tab *Advanced*.

Red Lift	0.000000
Green Lift	0.000000
Blue Lift	0.000000
Red Gain	1.000000
Green Gain	1.000000
Blue Gain	1.000000
Red Gamma	1.000000
Green Gamma	1.000000
Blue Gamma	1.000000

Abbildung 41: Beispielbild für RGB Regler

⁶⁹ Steve Hulfish: *The Art and Technique of Digital Color Correction*, 2008, S.82 – S.86

3.7.5 Farbsättigung einstellen

Durch die Anpassung von Schwarzwert, Lichtern, Gamma und Farbbalance ist unweigerlich auch die Farbsättigung im Bild verändert worden. Da so gut wie jede primäre Farbkorrektur Einfluss auf die Sättigung nimmt, ist diese meist am Ende durchzuführen. Farbsättigung beschreibt die Intensität einer Farbe, unabhängig von der Helligkeit.

Es gibt verschiedene Gründe die Sättigung anzupassen. Einer der Wichtigsten ist es, die Farben auf ein „legales“ Maß zu bringen. In der Videotechnik werden illegale Farben auch unzulässige Farben genannt und definieren einen Videoüberpegel, also ein zu starkes Signal, welches zu technischen Fehlern in der Speicherung, Übertragung oder Darstellung führen kann. Hierzu dienen in einem Vektorskop die Markierungen für die Grundfarben, die nicht überschritten werden dürfen, als Hilfsmittel. Besonders die Anhebung der Lichter, Absenken des Schwarzwertes oder Verschieben des Gammas kann zur Sättigungssteigerung führen. Sättigungssteigerungen führen zu Farbrauschen, das mit Verringerung der Sättigung wieder verbessert werden kann.⁷⁰

Beim sogenannten Matchen von Einstellungen muss häufig ebenfalls die Sättigung angepasst werden. Matchen bezeichnet einen Vorgang des Anpassens von zwei oder mehr Einstellungen einer Szene aneinander. Besonders beim Drehen mit mehreren Kameras und unterschiedlichem Weißabgleich kann eine Bearbeitung der Sättigung in einem Helligkeitsbereich teilweise besser helfen als jede Farbbalanceveränderung.

Natürlich wird die Sättigung gern für das Erzeugen eines bestimmten Bildlooks genutzt. Oftmals wird das Bild dabei leicht entsättigt, um eine bestimmte Bildaussage zu treffen.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig, die Sättigung in einem Bild stark abzusenken, wenn das Bild in einen komplett anderen Farbbereich gebracht werden soll als es bisher ist. Als Beispiel sei hier ein Bild einer Person genommen, die in einer normalen Umgebung aufgenommen wurde, nun aber in eine eisig - kalte Farbumgebung eingepasst werden soll. Die roten und gelben Hauttöne würden sich mit der blauen Korrektur vermischen und die Bearbeitung unnötig erschweren. Wird aber zuerst die Sättigung aus dem Bild im Bereich der Hauttöne verringert und danach die blaue kalte Stimmung kreiert, ist es einfacher und es können deutlich bessere Ergebnisse erzielt werden.

⁷⁰ <http://www.bet.de/Lexikon/Begriffe/IllegaleFarbe.htm>, Zugriff am 18.07.2011

4 Die Funktion der Picture Styles

Nachdem in Kapitel drei die Grundlagen für die Anforderungen und Grenzen an ein Bild und dessen mögliche Bearbeitung gelegt wurden, wird in diesem Kapitel erklärt, wie diese Aufnahmen erstellt werden um bestmögliche Ergebnisse zu bekommen.

4.1 Picture Styles im Allgemeinen

Die Anwendung von Picture Styles ist eine Funktion vieler professioneller DSLRs (engl. Digital Single Lens Reflex) der Firma Canon Inc. Mit ihnen ist es möglich, Voreinstellungen für die Bildverarbeitung in der Kamera anzulegen und diese bei der Aufnahme auf das Material direkt anzuwenden. Diese Art der Bearbeitung ist vergleichbar mit der Verwendung unterschiedlicher Filmmaterialien in der analogen Fotografie, die sich in der Farbwiedergabe und Empfindlichkeit, je nach Anwendungsgebiet, unterscheiden.

Bei der Fotografie in RAW ist es möglich, die Picture Styles nachträglich zu ändern, zu bearbeiten oder im Nachhinein durch Bearbeitung des Bildes ein eigenes Picture Style zu erstellen und dies auf die Kamera zu kopieren.

Wird das Format JPEG zur Fotografie oder die Filmfunktion verwendet, wirken die Picture Styles direkt auf das Material. Ein späteres Ändern ist dann nur in der Farbkorrektur möglich und kann zu Qualitätseinbußen führen. Aus diesem Grund ist es wichtig zu wissen, wie die Picture Styles das Bild beeinflussen und welche Möglichkeiten es gibt, dort einzugreifen.⁷¹

4.2 Einstellmöglichkeiten von Picture Styles in der Kamera

Die voreingestellten Picture Styles, welche Canon EOS 5D MK II mitbringt, lassen sich direkt in der Kamera mittels vier Parameter grob konfigurieren. Dies sind:

- Schärfe
- Kontrast
- Sättigung
- Farbe

⁷¹ http://www.canon.de/For_Home/Product_Finder/Cameras/Digital_SLR/Technologies_Features/Picture_Style.asp, Zugriff am 12.01.2012

Schärfe beschreibt hierbei den Grad der nachträglichen Schärfung des Bildes. Sättigung und Kontrast sind bereits aus dem vorherigen Kapitel bekannt und mit der Funktion Farbe lässt sich die gesamte Farbigkeit des Bildes durch verschieben der Phase (Hue) verändern. Dieser Wert sollte normalerweise immer auf 0 (neutral) stehen.

Neben diesen vier Parametern lassen sich Picture Styles noch weitaus genauer konfigurieren, sei es in der Gammakurve oder dem Verändern bestimmter Farbvektoren. Genaueres hierzu weiter hinten in diesem Kapitel.

4.3 Voreingestellte Picture Styles

Die Software der Canon EOS 5D MK II beinhaltet sechs voreingestellte Picture Styles. Diese sind hauptsächlich für verschiedene Anwendungsgebiete in der Fotografie und Aufnahmen im RAW-Modus erstellt worden. Für Filmausnahmen sind die meisten eher ungeeignet, da sie für den begrenzten Kontrastumfang der Videofunktion zu hohe Kontraste und eine teilweise starke Nachschärfung beinhalten.

Folgende Picture Styles sind in der 5D voreingestellt:

Standard

- Schärfe: +3
- Kontrast: 0 (Mitte)
- Sättigung: 0 (Mitte)
- Farbe: 0 (Mitte)

Standard beinhaltet eine hohe Farbsättigung und Nachschärfung der Bilder im Bildprozessor. Die Bilder werden für den Ausdruck und für die Verwertung ohne Nachbearbeitung optimiert und daher ist dieser Style für den filmischen Gebrauch ungeeignet.

Portrait

- Schärfe: +2
- Kontrast: 0 (Mitte)
- Sättigung: 0 (Mitte)
- Farbe: 0 (Mitte)

Ähnlich dem Standard besitzt auch dieser Picture Style eine für den Filmgebrauch zu hohe Sättigung und Nachschärfung. Die Hauttöne werden hier allerdings besser wiedergegeben. Dieser Picture Style eignet sich für Fotos, die ohne Nachbearbeitung verwertet werden sollen.

Landschaft

- Schärfe: +4
- Kontrast: 0 (Mitte)
- Sättigung: 0 (Mitte)
- Farbe: 0 (Mitte)

Die starke Nachschärfung sorgt für einen Look, der mehr nach Video und somit kleinem Sensor als nach Film aussieht. Die Farben werden hier wenig angetastet und größtenteils so abgebildet, wie sie sind. Nur die bei Landschaftsaufnahmen dominanten Farben Grün und Blau werden etwas verstärkt.

Natürlich

- Schärfe: 0
- Kontrast: 0 (Mitte)
- Sättigung: 0 (Mitte)
- Farbe: 0 (Mitte)

Mit reduzierter Nachschärfung sorgt dieser Picture Style für schön weiche Bilder. Die Farben werden so nah wie möglich am Original wiedergegeben, das heißt, hohe Kontraste werden auch so aufgenommen. Dies kann in der Videofunktion schnell zum Ausbrennen in den Lichtern, zum Detailverlust in den Schatten oder Verlust der Zeichnung in grellen Farben führen.

Neutral

- Schärfe: 0
- Kontrast: 0 (Mitte)
- Sättigung: 0 (Mitte)
- Farbe: 0 (Mitte)

Wie der Name schon sagt, ist dieser Picture Style sehr neutral gehalten. Mit einer flachen Gammakurve werden Farbinformationen auch in den Schatten und Lichtern erhalten und erlauben so eine vielfältige Bearbeitung in der Postproduktion. Als Ausgangsbasis für Filmaufnahmen ist dieser Style am besten geeignet.^{72 73}

⁷² Kurt Lancaster: *DSLR Cineman*, 2010, S.62 – S.63

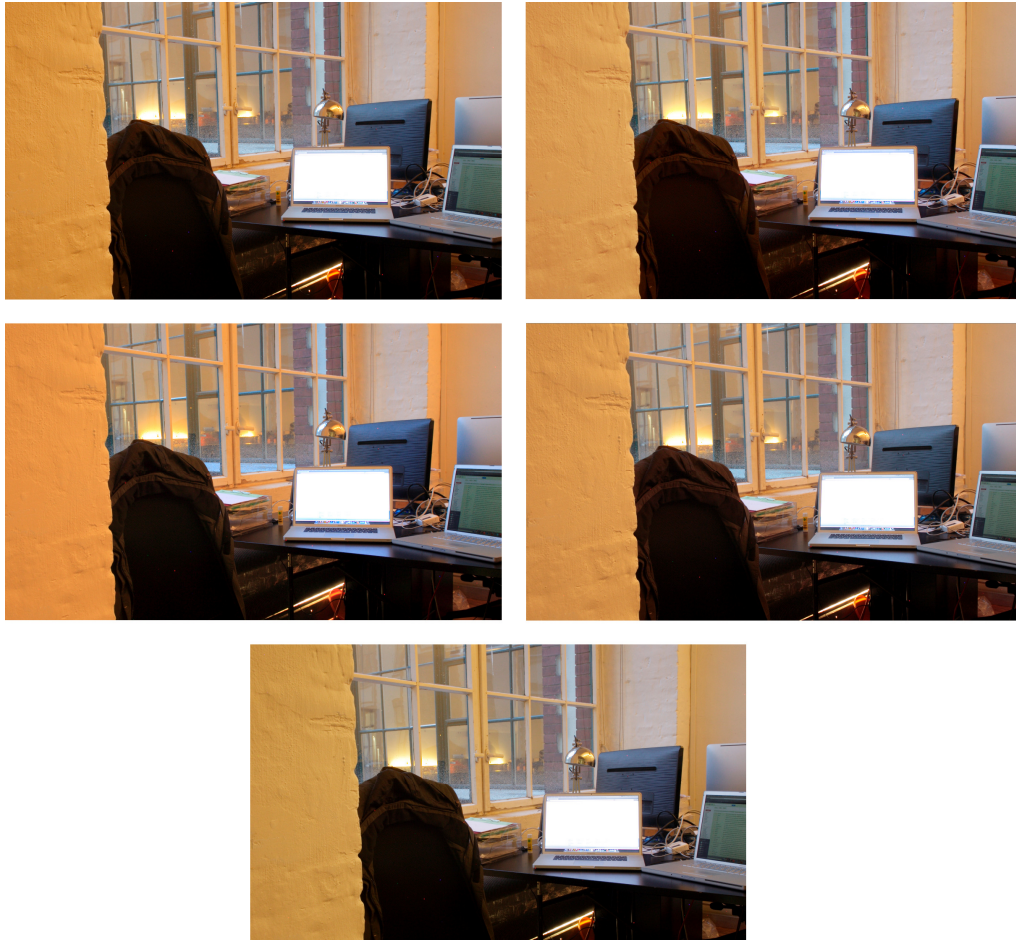


Abbildung 42: Beispielbilder für die einzelnen Picture Styles (*Standard* links oben, *Portrait* rechts oben, *Landschaft* links mitte, *Natürlich* rechts mitte, *Neutral* unten)

4.4 Der Picture Style Editor

Mit Hilfe des Picture Style Editors ist es möglich, auf Basis der vorhandenen Styles eigene Bildstile zu erstellen und Vorhandene zu bearbeiten. Somit lassen sich speziell an die Szene angepasste Styles erzeugen, um den optimalen Kontrastumfang auszunutzen. Es ist aber auch möglich, sich eigene flache Kurven anlegen, um für seine Szene den Kontrastumfang zu mindern.

⁷³ <http://www.frank-goetze-online.de/portal/tippstricks/bildbearbeitung/eosdigitalundpicturestyle2.php>, Zugriff am 13.02.2012

4.4.1 Eigene Picture Styles erstellen

Um eigene Picture Styles zu erstellen, öffnet man eine RAW-Aufnahme im Picture Style Editor (PSE).

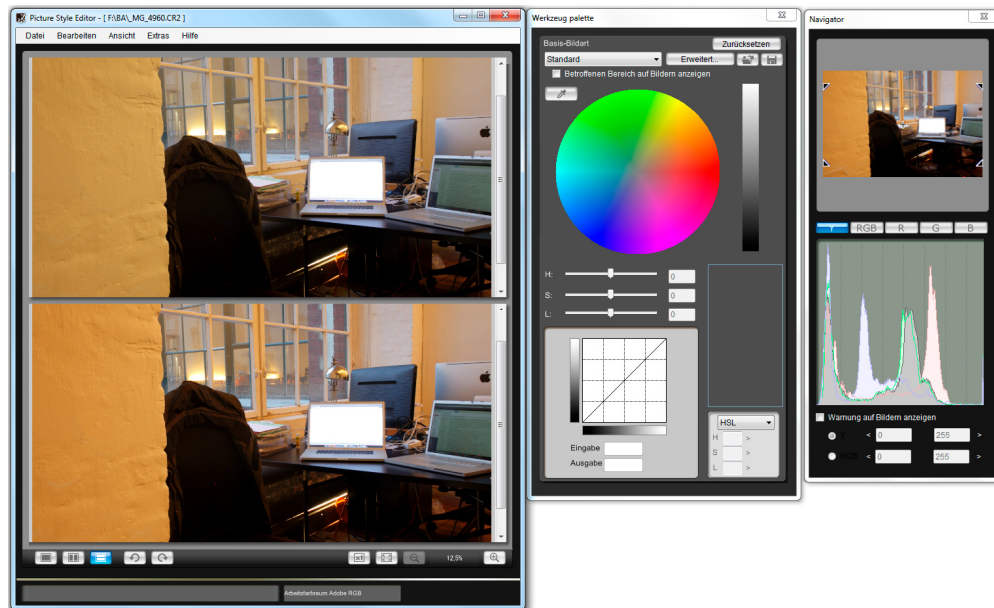


Abbildung 43: Picture Style Editor, im linken Fenster mit Vorher-Nachher-Ansicht

Im linken Bereich wird das Bild dargestellt. Darunter gibt es mehrere Darstellungsmodi, beispielsweise, ein Vorher-Nachher-Vergleich.

Auf der rechten Seite befinden sich die Einstellungsmöglichkeiten für die Picture Styles. Ganz oben wählt man einen der voreingestellten Picture Styles als Ausgangspunkt für die eigene Korrektur. Auf dem Button daneben lassen sich die vier Standardkonfigurationen Schärfe, Kontrast, Sättigung und Farbe einstellen.

Im Farbkreis darunter lassen sich einzelne Farbbereiche bearbeiten. Die Farbbestimmung basiert auf dem HSL-Farbraum, auch HSV-Farbraum genannt, das heißt eine Farbe wird aufgrund von Farbe (hue), Sättigung (saturation) und Helligkeit (luminosity) bzw. Dunkelstufe (value) bestimmt.

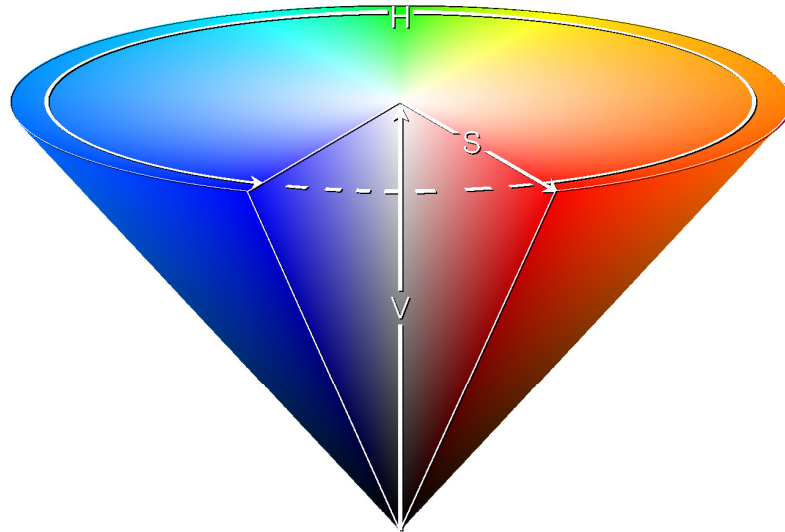


Abbildung 44: Darstellung des HSL- Farbraums

Ein Farbbereich wird normalerweise mittels Pipettenwerkzeug aufgenommen und danach mit den Schiebereglern bearbeitet. Es ist möglich, mehrere verschiedene Farbbereiche zu bearbeiten. Diese lassen sich rechts unten einzeln auswählen und wahlweise ein- oder ausschalten. Im Bereich daneben lässt sich die Luminanzkurve durch Hinzufügen von Punkten verschieben. Die Funktionsweise gleicht der Luminanzkurve aus der Farbkorrektur. Nachdem man das Bild nach seinen Vorstellungen bearbeitet hat, wird der Style auf dem Computer gespeichert.⁷⁴

4.4.2 Picture Styles auf die Kamera übertragen und anwenden

Die Übertragung der Styles auf die Kamera erfolgt über das Programm EOS Utilities. Hierzu wird die Kamera via USB an den Computer angeschlossen und das Programm gestartet. Ein Klick auf „Kameraeinstellungen und Fernsteuerung“ öffnet die Einstellungen für die Kamera. Es ist nun möglich, die Canon komplett via Computer fern zu steuern und Styles auf die Kamera zu übertragen. Hierzu stehen 3 Speicherplätze zur Verfügung. Das Aussehen kann, je nach Version der Software, leicht variieren.

⁷⁴ http://cpn.canon-europe.com/content/product/canon_software/colour_your_way.do, Zugriff am 24.01.2012

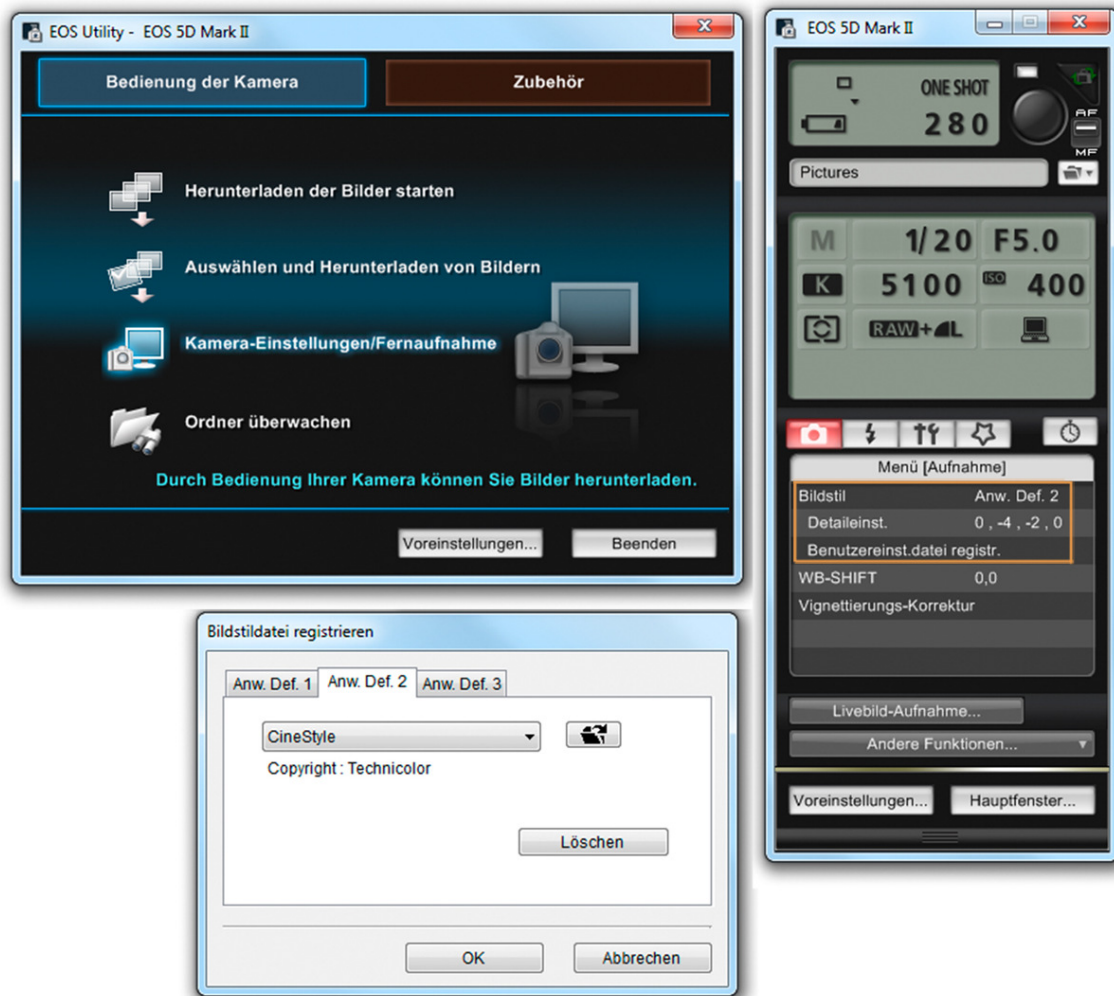


Abbildung 45: EOS Utilities (links) und Fernsteuerung (rechts) farbig markiert ist der Bereich für die Picture Styles

Nachdem der Datentransfer auf die Kamera erfolgreich war, kann man den Style jederzeit unter dem Menüpunkt Picture Styles anwenden.⁷⁵

4.5 Picture Styles aus dem Internet

Es gibt sehr viele verschiedene Picture Styles zum Download im Internet. Viele von Ihnen sind für die Fotografie ausgerichtet und speziell für ein Foto erstellt worden. Aber es gibt auch einige Styles, die speziell für Filmaufnahmen gemacht wurden. Die Bekanntesten sind „Superflat“ und „Extraflat“. Wie ihr Name schon sagt, sind es Styles mit sehr flachen Luminanzkurven, die vor allem das Ziel haben, Bildinformationen zu erhalten.

⁷⁵ Kurt Lancaster: *DSLR Cineman*, 2010, S.70 – S.73

Superflat

- Schärfe: 0
- Kontrast: -4
- Sättigung: -2
- Farbe: 0 (Mitte)

Extraflat

- Schärfe: 2
- Kontrast: -4
- Sättigung: -4
- Farbe: +2

Der Bildstil Superflat ist eine stärkere Variante des Stils Neutral. Kontrast und Sättigung wurden nochmals deutlich abgesenkt, um ein noch flacheres Bild zu erzeugen. Die Meinungen gehen hier auseinander, ob dieser Stil eine gute Grundlage für eine Farbkorrektur ist oder ob hier über das Ziel hinaus geschossen wurde und die Abflachung zu drastisch ist. Es ist auf jeden Fall in Abbildung 46 erkennbar, dass man die natürliche Farbigkeit der Hauttöne verliert. Der Stil Extraflat beinhaltet nochmals eine Steigerung zum Superflat. Das Bild wirkt ausgewaschen und blass.⁷⁶

Wäre dieser Clip im RAW-Format aufgezeichnet, wäre es die optimale Ausgangsbasis für eine Farbkorrektur. Da die EOS 5D aber nur H.264 aufzeichnet, stellt dieser extrem flache Stil, im Vergleich zu seinem Vorteil des Bewahrens von Bildinformationen in Schatten und Lichtern, einen zu hohen Datenverlust dar.

⁷⁶ Kurt Lancaster: *DSLR Cineman*, 2010, S.64

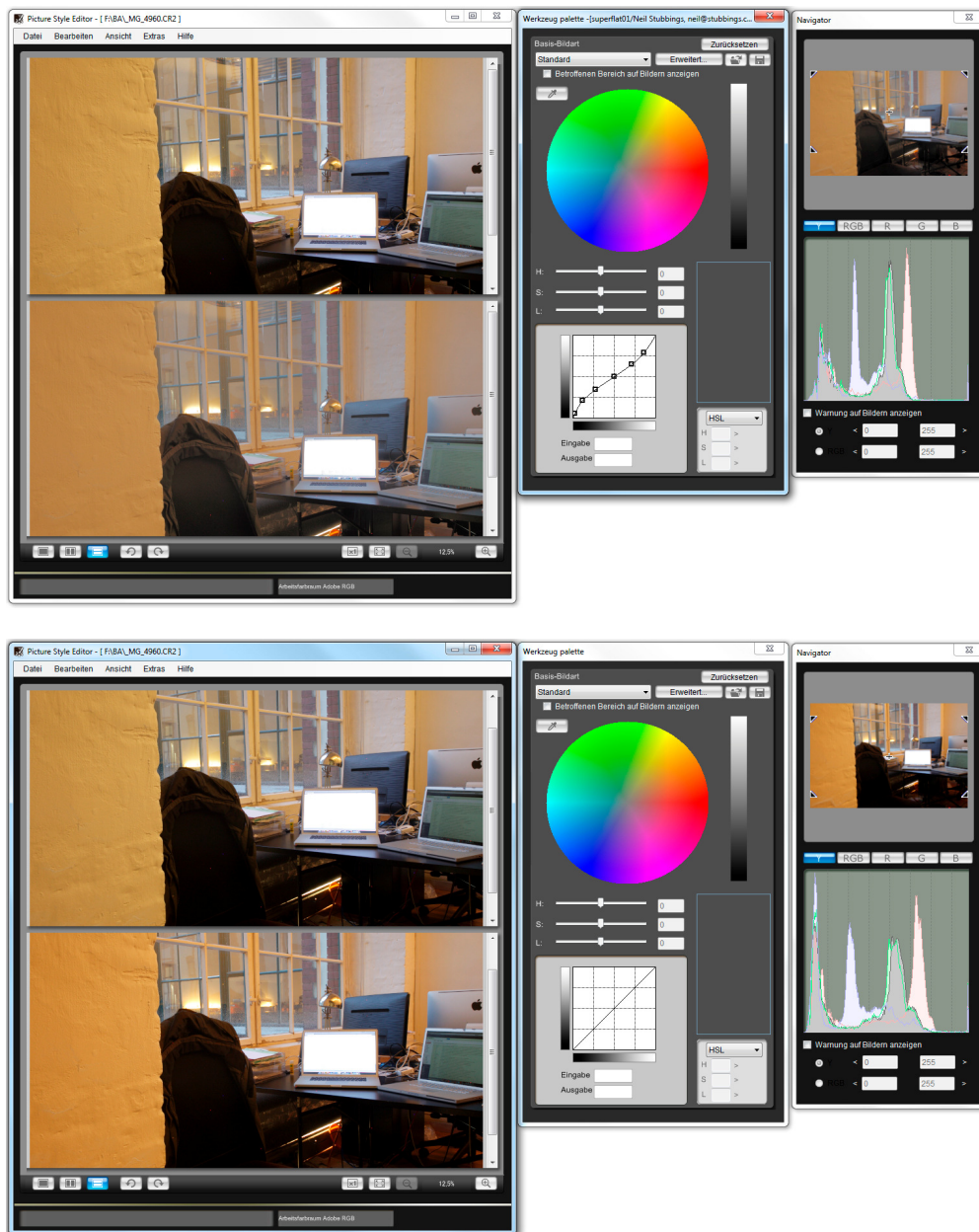


Abbildung 46: Picture Style Superflat (oben) im Vergleich zum Stil Neutral (unten)

Neben den flachen Kurven gibt es noch Picture Styles, die in ihrer Wirkung analogem Fotomaterial nachempfunden sind. Angewendet erzeugen sie also den Look, als würde man Beispielsweise auf einem Fuji- oder Kodak-Farbfilm drehen.

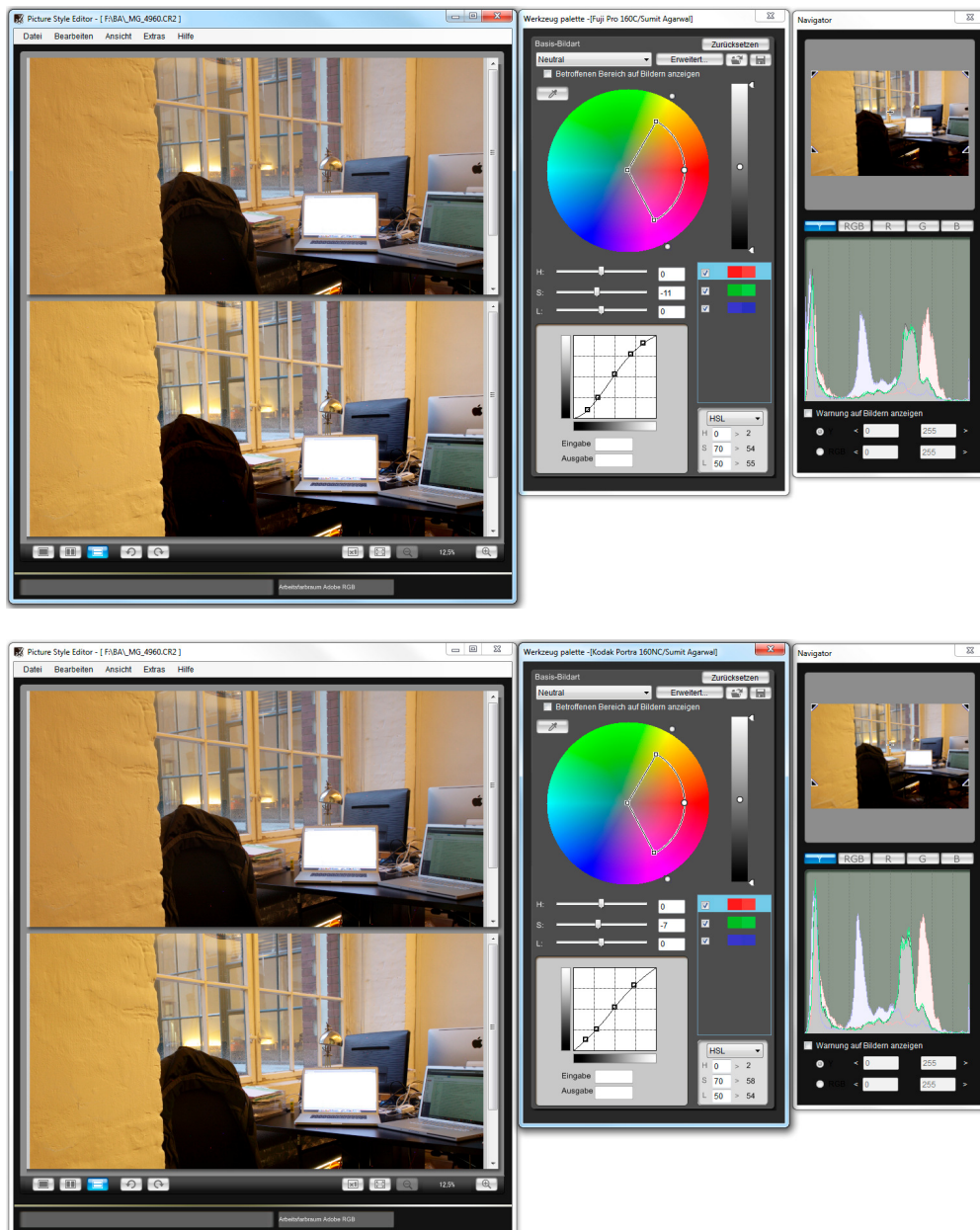


Abbildung 47: Picture Style Fuji Pro 160C (oben), Kodak Portra 160NC (unten)

4.6 Technicolor Cine Style

Der Cine Style von Technicolor Inc. ist einer der ersten Picture Styles, der speziell für Dreharbeiten mit EOS Kameras entwickelt wurde und nicht nur eine veränderte Luminanzkurve besitzt, um das Bild flacher zu machen. Technicolor Inc. ist Teil des großen Technicolor Konzerns (ehem. Thomson) und ist für die Entwicklung mehrerer Verfahren zur Aufnahme und Wiedergabe von Filmmaterial bekannt. Weltweite Anerkennung erhielt der Prozess 4, bei dem in einer Kamera das Bild mittels Strahlenteiler auf ein dreischichtiges Filmmaterial aufgezeichnet wurde.

Der Cine Style ist von Technicolor inc. in Zusammenarbeit mit Canon speziell für Filmaufnahmen mit der EOS 5D MK II entwickelt worden und stellt das Optimum aus flacher Luminanzkurve und Bewahren von Farbinformationen dar. Somit steigen die Möglichkeiten in der Farbkorrektur, natürlich weiterhin in den Grenzen des H.264 Codecs.⁷⁷

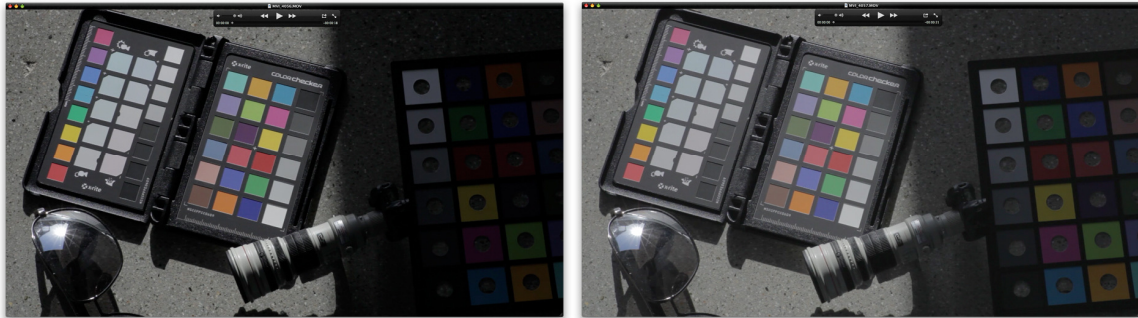


Abbildung 48: Vergleich Picture Style Neutral (links), Technicolor Cine Style (rechts)

Technicolor empfiehlt folgende Einstellungen für den Picture Style:

- Schärfe: 0
- Kontrast: -4
- Sättigung: -2
- Farbe: 0 (Mitte)

Außerdem ist ein ISO-Wert von einem Vielfachen von 160 (320, 480, ect.) zu wählen, da dies die native Empfindlichkeit des Sensors ist. Nativ bedeutet, dass bei ISO 160 oder einem Vielfachen davon, die natürliche Empfindlichkeit des Sensors ist und das Signal nicht verstärkt oder abgeschwächt werden muss. Bei ISO 100 beispielsweise arbeitet der Sensor ebenfalls bei ISO 160, jedoch wird das Signal nachträglich abgeschwächt. Gleiches ist bei ISO 200 zu beobachten. Dort wird das Signal nachträglich verstärkt. Das bedeutet, dass der Sensor bei seiner nativen Empfindlichkeit am Rauschärmsten arbeitet.⁷⁸

Die größte Änderung dieses Picture Styles im Vergleich zur normalen Aufnahme ist die Verwendung eines logarithmischen Farbraumes. Die Standarteinstellung des H.264 Codecs verwendet den Farbraum REC 709.⁷⁹

⁷⁷ <http://www.technicolor.com/en/hi/about-technicolor/press-center/2011/technicolor-canon-usa-form-strategic-alliance-to-leverage-technicolor-color-science-for-canon-eos-dslr-cameras>, Zugriff am 03.02.2012

⁷⁸ <http://blog.vincentlaforet.com/2011/04/29/technicolor-cinestyle-profile-available-for-canon-5dmkii/>, Zugriff am 03.02.2012

⁷⁹ <http://www.technicolor.com/en/hi/cinema/filmmaking/digital-printer-lights/cinestyle>, Zugriff am 03.02.2012

Der REC 709 Farbraum ist der standartmäßige Farbraum von HDTV, das heißt, aufgenommene Videos, die direkt auf einem HD-Monitor dargestellt werden, zeigen das tatsächliche Bild. Es zeichnet sich durch kontrastreiche und klare Bilder aus. Diese Charakteristik wird gern mit folgenden Worten umschrieben: „What you see is what you get.“ Hierbei verläuft die Luminanzkurve gerade von links unten nach rechts oben.⁸⁰

Beim logarithmischen Farbraum verläuft die Luminanzkurve in einem Bogen, ähnlich einer logarithmischen Funktion im positiven Bereich. Somit ist die Helligkeitsaufzeichnung nicht linear. Der starke Anstieg der Funktion am Anfang bewirkt eine stärkere Streckung des dunklen Bereiches. Dadurch werden die Schatten deutlicher und mit mehr Details aufgezeichnet. In den Lichtern werden durch diese Funktion etwas weniger Daten aufgezeichnet, da hier die Helligkeitsabstufungen im Vergleich zu den Quantisierungsstufen deutlich stärker auseinander liegen.

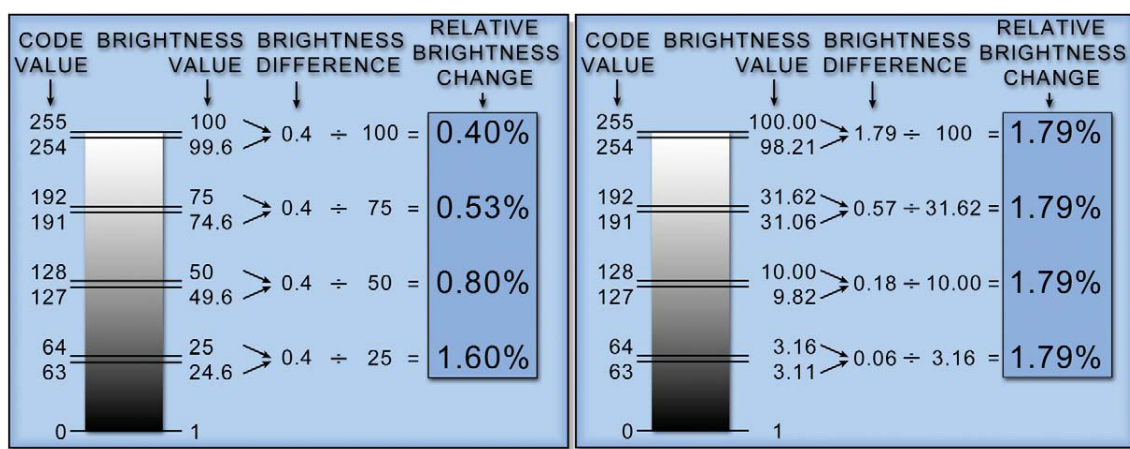


Abbildung 49: Vergleich der relativen Helligkeit– REC 709 (links), logarithmisch (rechts)

Abbildung 49 zeigt deutlich den Unterschied zwischen REC 709 und logarithmischer Aufzeichnung. Die Helligkeitsänderung bei REC 709 zwischen den Werten 254 und 255, also bei einem Bit Unterschied, beträgt $100 - 99,6 = 0,4$. Da die Aufzeichnung linear verläuft, ist dies überall gleich. Betrachtet man jedoch die relative (wahrgenommene) Helligkeitsänderung, die für das menschliche Auge sehr relevant ist, sieht man deutlich, dass die Änderungen im Verlauf nicht gleichmäßig sind. In den Tiefen sind die Änderungen deutlich stärker als in den Lichtern.

Nicht so beim logarithmischem System. Dort ist die relative Helligkeitsänderung im gesamten Bereich gleichbleibend. Dies wird erreicht, indem die Abstufungen in den Tiefen deutlich feiner sind als in den Lichtern. In Abbildung 49 ist dies unter Brightness Value zu sehen, welches die Helligkeit angibt, wobei Null Schwarz und 100 Weiß entspricht.⁸¹

⁸⁰ http://www.arri.com/camera/digital_cameras/learn/log_c_and_rec_709_video.html, Zugriff am 04.02.2012

⁸¹ Steve Wright: Digital Compositing for Film and Video, 2006, S.367 – S.371

4.7 Arbeiten mit Cine Style und Magic Lantern

Die Arbeit mit der Canon EOS 5D MK II unter Verwendung des kostenlosen Softwareupdates Magic Lantern und dem Cine Style Picture Style stellt das Optimum da, was die 5D in Sachen Filmaufnahmen leisten kann.

Um Magic Lantern zu benutzen, lädt man sich diese von der Entwicklerhomepage herunter.⁸² Hierbei ist zu beachten, das richtige Update für die aktuelle Kamerafirmware zu benutzen. Hat man die Software, wird nur noch die ZIP-Datei entpackt und direkt in das Stammverzeichnis der Speicherkarte der Kamera kopiert. Um Magic Lantern nutzen zu können, wird im Kameramenü der Punkt „Firmware Updaten“ angewählt. Daraufhin startet die Kamera neu und lädt die neue Firmware. Wichtig hierbei ist zu erwähnen, dass die originale Firmware der Kamera nicht überschrieben wird. Beim nächsten Neustart ist Magic Lantern wieder deaktiviert und muss neu geladen werden. Es gibt die Möglichkeit, Magic Lantern bei jedem Kamerastart automatisch zu laden, jedoch setzt dies voraus, dass auf jeder Karte, mit der die Kamera gestartet wird, die Firmware aufgespielt ist. Ist dies nicht der Fall, kann es zu schweren Schäden in der Kamera kommen.

Sobald Magic Lantern gestartet ist, kann man durch drücken des Picture Styles Knopfes das Menü von Magic Lantern aufrufen. Die Picture Styles sind weiterhin verfügbar, allerdings nur noch direkt durch das Kameramenü. Gesteuert wird Magic Lantern über den kleinen Joystick oberhalb des großen Wahlrades der 5D. Links / rechts wechselt die Menüs, hoch / runter wählt die einzelnen Punkte an.

⁸² <http://magiclantern.wikia.com/>

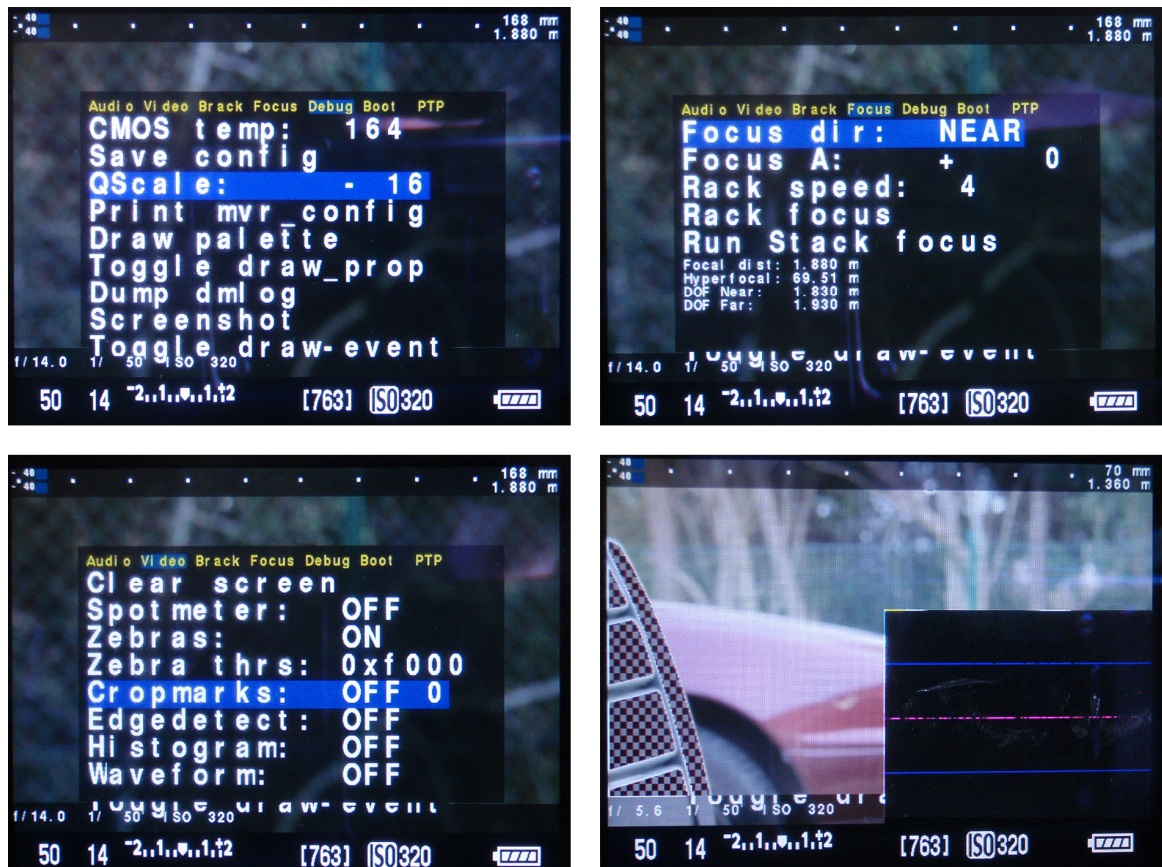


Abbildung 50: Menüs von Magic Lantern

Abbildung 50 zeigt einige Menüs von Magic Lantern. Links oben ist das Debug-Menü zu sehen, in dem die aktuellen Einstellungen auf der Karte abgelegt und gespeichert werden können. Außerdem wird dort die aktuelle Temperatur des Sensors in Grad Fahrenheit angegeben. Der wichtigste Punkt ist der Wert QScale. Mit dieser Einstellung lässt sich die Kompression des H.264 Codes einstellen. QScale hat einen Einstellungsbereich zwischen +16 und -16, wobei +16 der höchsten und -16 der geringsten Kompression, also der höchsten Qualität, entspricht, wie es auch in der Abbildung ausgewählt ist.

Im Bild rechts oben sieht man den Bereich Focus, mit dem sich Schärfeverlagerungen vorprogrammieren und ausführen lassen. Außerdem befindet sich in diesem Bereich eine dynamische Berechnung der vorderen und hinteren Schärfeebene sowie der Hyperfokaldistanz. Voraussetzung hierfür ist eine Optik mit EF-Mount, die sich direkt über die Kamera steuern lässt.

Im Bereich Video, der rechts unten dargestellt ist, lassen sich verschiedene Hilfsmittel zur Belichtung ein- und ausblenden. Beispiele hierfür sind ein Histogramm, welches bedeutend kleiner als das originale von Canon ist und somit weniger Platz im Bild verdeckt. Außerdem gibt es einen großen Waveform-Monitor, der auch im Bild rechts unten gezeigt wird. Weitere Funktionen sind das Zebra, das ebenfalls im Bild rechts unten erkennbar ist, aber auch die Cropmarks, welche sich als Datei auf der Speicherkarte ablegen lassen und hier abrufbar sind.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Bereich Audio, mit dem sich mittels Gain das Eingangssignal separat für Links und Rechts pegeln lässt.

Ist Magic Lantern konfiguriert, kann damit gedreht werden. Folgende Tabelle zeigt dabei die deutliche Steigerung der Datenrate im Vergleich zum Drehen ohne Magic Lantern und Technicolor Cine Style.

Einstellung	Datenrate
Ohne Magic Lantern Ohne Cine Style	~45 MBit/s
Ohne Magic Lantern Mit Cine Style	~45 MBit/s
Mit Magic Lantern Ohne Cine Style	Nicht messbar, da teilweise zu hohe Datenrate
Mit Magic Lantern Mit Cine Style	50-80 MBit/s, je nach Bildinhalt

Tabelle 1: Vergleich der Datenraten beim Drehen

Die Tabelle zeigt deutlich, dass der Technicolor Cine Style nur in Kombination mit Magic Lantern effektiv arbeitet. Ohne Magic Lantern ändert sich an der Datenrate nichts, das Bild wird nur flacher, was später im Grading nur zu Problemen mit Banding führen kann.

Bei der Verwendung von Magic Lantern wurde immer ein QScale von -16 verwendet um die maximale Datenrate zu erreichen. Da nun eine variable Datenrate verwendet wird, sind die ermittelten Werte mit größeren Schwankungen versehen. Grund hierfür ist die Abhängigkeit der Datenrate vom Bildinhalt. Sind komplexe Strukturen und hohe Kontraste vorhanden, steigt die Datenrate an, sinkt jedoch, wenn es einfachere Bilder werden. Wenn ohne den Cine Style bei höchster Qualität gedreht wird, kann es schnell passieren, dass die Datenraten in extreme Höhen schnellen, die keine CF-Karte verarbeiten kann. Dann bricht die Aufnahme ab. Dies ist auch bei meinen Tests geschehen, obwohl ich CF-Karten verwendet habe, die bis zu 80MBit/s im Schreibmodus können. Inzwischen gibt es CF-Karten, die bis zu 100MBit/s schreiben können.⁸³ Doch auch hier kann es passieren, dass die Datenrate zu hoch wird und dann Aufnahmen abgebrochen werden. Die angelegten Filmbruchstücke zeigten Datenraten zwischen 70 und 140MBit/s an.

Wenn der Technicolor Cine Style dazu verwendet wird, sinkt die Datenrate wieder etwas, da das Bild nun flacher wird auf Datenraten zwischen 50 und 80MBit/s.

Damit ist bewiesen, dass trotz flacherer Kurve eine höhere Datenrate erzielt wird, wenn Magic Lantern mit Technicolor verwendet wird.

⁸³ http://www.chip.de/news/Sandisk-Extrem-schnelle-und-teure-CF-Karte_46688559.html, Zugriff am 28.03.2012

5 Zusammenfassung

Die Filmwelt wurde durch einen Fotoapparat, die Canon EOS 5D MK II, nachhaltig geprägt und verändert. Durch ihre Filmfunktion war es erstmals möglich, kostengünstig HD-Filme mit dem Look eines Kinofilms zu produzieren. Dabei war die Filmfunktion nur eine Zusatzfunktion, hauptsächlich sollten mit der Kamera Fotos geschossen werden und dafür war sie auch ausgelegt. Trotzdem setzte sich genau diese Funktion durch und weckte den Wunsch, Filme mit Kinolook zu produzieren. Nachfolgend bildete sich ein komplett neuer Markt, denn der Wunsch nach Kameras mit großem CMOS- Sensor war nun sehr stark. In viele neue DSLR-Kameras sind die Erfahrungen der 5D MKII mit eingeflossen. So zum Beispiel die Canon EOS 60D mit dreh- und schwenkbarem Display. Aber auch viele andere Kameras wurden mit großem CMOS- Sensor ausgestattet um diesen Look zu erzeugen, beispielsweise die Sony F3 mit ihrem Super35 Sensor, oder der Canon EOS C300, einer Digitalkamera, die speziell für Filmaufnahmen entwickelt wurde. Diese Kamera, wie auch viele andere dieser Art, vereint das Handling einer Videokamera mit dem Look einer DSLR.

Insgesamt zeigt sich, das die Canon EOS 5D MKII eine sehr gute Kamera mit einer guten Filmfunktion ist, die aber auch ihre Schwächen hat. Der größte Nachteil ist die starke Komprimierung des Filmmaterials durch den H.264 Codec. Mithilfe der freien Firmware Magic Lantern konnten sowohl die Datenrate von Konstant auf Variabel, als auch die Datenrate selbst merklich erhöht werden. In Kombination mit dem Technicolor Cine Style ist nochmals eine deutliche Qualitätssteigerung möglich gewesen und dies erlaubt eine deutlich bessere Farbkorrektur anzufertigen.

Am 2. März 2012 stellte Canon den lang erwarteten Nachfolger, die Canon EOS 5D MKIII vor. Neben einer etwas höheren Auflösung bietet sie vor allem den neuen DIGIC5+ Bildprozessor, der eine besonders hohe und schnelle Datenverarbeitung gewährleisten soll. Auch die Videofunktion ist verbessert worden. So sollen Moirè-Effekt und andere Artefakte deutlich reduziert wurden sein. Bei der Komprimierung wird weiterhin auf den H.264 Codec im Containerformat MOV gesetzt. Neu hinzugekommen sind eine Timecodeaufzeichnung sowie die Wahl verschiedener Komprimierungsmethoden, etwa Interframe oder Intraframe.⁸⁴

⁸⁴ http://www.digitalkamera.de/Meldung/Canon_EOS_5D_Mark_III_will_der_Nikon_D800_Konkurrenz_machen/7633.aspx, Zugriff am 26.03.2012

Literatur

Literaturverzeichnis

Arne Heyne, Marc Briede, Ulrich Schmidt (2009): *Datenformate im Medienbereich*. 5. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Verlag

Ben Bova (2001): *The Story of Light*. Naperville Illinois: Sourcebooks inc.

Hans Windisch (1941), *Die neue Fotoschule*. Harzburg: Heering Verlag

Harald Küppers(2005): *Schnellkurs Farbenlehre*. Köln: DuMont Literatur und Kunst Verlag

Hari Kalva, Jae-Beom Lee (2008): *The VC-1 and H.264 video compression standards for broadband video services*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag

Kurt Lancaster (2010): *DLSR Cinema Crafting the Film Look with Video* Burlington: Focal Press

Steve Hulfish (2008): *The Art and Technique of Digital Color Correction*, Burlington, Focal Press

Steve Wright (2006): *Digital Compositing for Film and Video*. Burlington: Focal Press

Voigt-Müller, Evelyn (Chefredakteurin): *Jahrbuch Kamera 2012*, München, I. Weber Verlag FILM & TV KAMERAMANN

Yong Lian, Thinh M. Le, Xiaohua Tian (2010): *Entropy coders of the H.264-AVC standard: algorithms and VLSI architectures*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag

Fachzeitschriften

Film & TV Kameramann	Ausgaben 04/2011, 03/2011
PC Magazin	12/2010
Kodak	The Essential Reference Guide for Filmmakers
Digital Production	6/2010

Grafiken

[Abbildung 1: Canon EIS 5D MK II von Vorne und Hinten]

http://www.canon.de/About_Us/Press_Centre/Product_Information/cameras_accessories/EOS_5D_Mark_II.asp

[Abbildung 2: Oben: Ausschnitt eines Bayer Filters – Unten: Funktion der Farbfilter]

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/3/37/Bayer_pattern_on_sensor.svg/500px-Bayer_pattern_on_sensor.svg.png

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1c/Bayer_pattern_on_sensor_profile.svg/500px-Bayer_pattern_on_sensor_profile.svg.png

[Abbildung 3: Veränderung des Blickwinkels in Abhängigkeit der Sensorgröße]

http://www.bobatkins.com/photography/tutorials/cropped_sensor_view/cropped_sensor_view.jpg

[Abbildung 4: Zusammenhang zur Berechnung der Brennweite]

Richter, Tino

[Abbildung 5: Bildrauschen]

<http://dl.getdropbox.com/u/305574/HTP%20noise%20tests/125.jpg>

[Abbildung 6: Live View mit on-screen Audio Meter links oben im Bild]

http://library.creativecow.net/articles/solorio_marco/hdslrs-for-video/MagicLantern2.jpg

[Abbildung 7: Bildaufteilung in 8x8 und 4x4 große Makroblöcke]

<http://www.netzwelt.de//images/articles/video-raster-lupe-1197982680.jpg>

[Abbildung 8: GOP mit I-, B- und P- Frames und deren Verweisungen auf vorherige und spätere Frames]

www.video-sicherheit.net/downloads/axish264.pdf

[Abbildung 9: Farbauflösung bei 4:2:0 (Weiß = Luminanz, Grau = C_R bzw. C_B)]

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5d/Yuvformats420samplingMPEG-2.svg/1000px-Yuvformats420samplingMPEG-2.svg.png>

[Abbildung 10: Für den Menschen erfassbares Farbspektrum]

<http://www.olbrich-hemer.de/fileadmin/bilder/farbspektrum.jpg>

[Abbildung 11: Primär- und Sekundärfarben in der subtraktiven Farbmischung]

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/52/Synthese-.svg>

[Abbildung 12: Primär- und Sekundärfarben in der additiven Farbmischung]

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e0/Synthese%2B.svg>

Abbildung 13: Helligkeitswahrnehmung in Abhängigkeit der Umgebung

Richter, Tino

[Abbildung 14: Tektronix WVR7100]

http://media3.film-tv-video.de/pics/B_1205_Tektronix_WVR7100.jpg

[Abbildung 15: Bildanzeige auf dem Waveform- Monitor]

Richter, Tino

[Abbildung 16: Farbbalkentestbild auf dem Vektorskop]

http://www.phonvision.com/blog/wp-content/uploads/2010/12/FB_vektorskop.gif

[Abbildung 17: da Vinci Resolve]

<http://www.blackmagic-design.com/press/images/?productID=4446>

[Abbildung 18: Apple Color – Primary In Room (Oberfläche für die primäre Farbkorrektur)]

Richter, Tino

[Abbildung 19: Bild mit falsch eingestelltem Schwarzwert]

*Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction.
Burlington: Focal Press – Footage DVD*

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 20: Korrigiertes Bild]

*Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction.
Burlington: Focal Press – Footage DVD*

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 21: Bild mit geclipptem Himmel und etwas breiterer Himmelslinie]

*Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction.
Burlington: Focal Press – Footage DVD*

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 22: Bild mit leicht abgesenktem Gamma]

*Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction.
Burlington: Focal Press – Footage DVD*

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 23: Ausgangsbild]

*Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction.
Burlington: Focal Press – Footage DVD*

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 24: Erhöhter Kontrast zwischen Schatten und Mitteltönen]

*Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction.
Burlington: Focal Press – Footage DVD*

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 25: Erhöhter Kontrast zwischen Mitteltönen und Lichtern]

*Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction.
Burlington: Focal Press – Footage DVD*

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 26: Curves im Primary In Room in Color]

Richter, Tino

[Abbildung 27: S- Curve]

Richter, Tino

[Abbildung 28: Vergleich der Anpassung der Schatten ohne (oben), mit einem (Mitte), oder mit zwei (unten) Isolationspunkten]

Richter, Tino

[Abbildung 29: Low- Key Aufnahme, analysiert mit Histogramm und Waveform- Monitor]

http://4.bp.blogspot.com/_LDpxTN_mI-o/TKY313I45GI/AAAAAAAAAGw/fSJwjGWxEY/s1600/low+key.jpg

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 30: Testtafel mit Veränderung des Helligkeitsreglers]

Richter, Tino

[Abbildung 31: Testtafel links neutral, rechts mit blauem Farbstich]

*Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction.
Burlington: Focal Press – Footage DVD*

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 32: Testtafel korrigiert]

*Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction.
Burlington: Focal Press – Footage DVD*

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 33: Links Foto mit einem falschen Weißabgleich, rechts korrigiertes Bild]

*Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction.
Burlington: Focal Press – Footage DVD*

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 34: Vektorskop mit I-Linie]

Richter, Tino

[Abbildung 35: Beispielbilder für Cursorpositionen: 1. Zeile: Ausgangspunkt, 2. Zeile: Korrektur nach Rot, 3. Zeile: Korrektur nach Gelb, 4. Zeile: Korrektur nach Grün]

Richter, Tino

[Abbildung 36: Verschiebung des Cursors bei gleichzeitigem Belassen des Rots auf dem Ausgangslevel]

Richter, Tino

[Abbildung 37: Beispielbild mit extremem grünem Farbstich]

*Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction.
Burlington: Focal Press – Footage DVD*

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 38: Bild nach Anpassung von Schwarzwert und Lichtern]

*Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction.
Burlington: Focal Press – Footage DVD*

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 39: Bild nach Anpassung der Lichter im Blaukanal]

*Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction.
Burlington: Focal Press – Footage DVD*

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 40: Finales Bild nach Korrektur]

Steve Hulfish (2008), The Art and Technique of Digital Color Correction. Burlington: Focal Press – Footage DVD

Bearbeitet von Richter, Tino

[Abbildung 41: Beispielbild für RGB Regler]

Richter, Tino

[Abbildung 42: Beispielbilder für die einzelnen Picture Styles (*Standard* links oben, *Portrait* rechts oben, *Landschaft* links mitte, *Natürlich* rechts mitte, *Neutral* unten)]

Richter, Tino

[Abbildung 43: Picture Style Editor, im linken Fenster mit Vorher- Nachher- Ansicht]

Richter, Tino

[Abbildung 44: Darstellung des HSL- Farbraums]

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ea/HSV_cone.png

[Abbildung 45: EOS Utilities (links) und Fernsteuerung (rechts), farbig markiert ist der Bereich für die Picture Styles]

Richter, Tino

[Abbildung 46: Picture Style Superflat (oben) Im Vergleich zum Stil Neutral (unten)]

Richter, Tino

[Abbildung 47: Picture Style Fuji Pro 160C (oben), Kodak Portra 160 NC (unten)]

Richter, Tino

[Abbildung 48: Vergleich Picture Style Neutral (links), Technicolor Cine Style (rechts)]

Richter, Tino

[Abbildung 49: Vergleich der relativen Helligkeit – REC 709 (links), logarithmisch (rechts)]

Steve Wright (2006): Digital Compositing for Film and Video. Burlington: Focal Press, S. 367 - Figure 13-7 / S.371 Figure 13-10

[Abbildung 50: Menüs von Magic Lantern]

Richter, Tino

Anlagen

Anlage 1: Profile des H.264 Codec	A-1
Anlage 2: Level des H.264 Codec	A-2
Anlage 3: Übersicht der Farbwirkungen	A-3

Anlage 1: Profile des H.264 Codec

	Baseline	Extended	Main	High	High 10	High 4:2:2	High 4:4:4
I and P Slices	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
B Slices	✗ Nein	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
SI and SP Slices	✗ Nein	✓ Ja	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein
Multiple Reference Frames	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
In-Loop Deblocking Filter	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
CAVLC Entropy Coding	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
CABAC Entropy Coding	✗ Nein	✗ Nein	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
Flexible Macroblock Ordering (FMO)	✓ Ja	✓ Ja	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein
Arbitrary Slice Ordering (ASO)	✓ Ja	✓ Ja	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein
Redundant Slices (RS)	✓ Ja	✓ Ja	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein
Data Partitioning	✗ Nein	✓ Ja	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein
Interlaced Coding (PicAFF, MBAFF)	✗ Nein	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
4:2:0 Chroma Format	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
4:2:2 Chroma Format	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✓ Ja	✓ Ja
4:4:4 Chroma Format	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✓ Ja
8 Bit Sample Depth	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
9 and 10 Bit Sample Depth	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
11 and 12 Bit Sample Depth	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✓ Ja
8x8 vs. 4x4 Transform Adaptivity	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
Quantization Scaling Matrices	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
Separate Cb and Cr QP control	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
Monochrome Video Format	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja	✓ Ja
Residual Color Transform	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✓ Ja
Predictive Lossless Coding	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✗ Nein	✓ Ja

Anlage 2: Level des H.264 Codec

Macroblocks pro			Beispiele für	Videobitrate (VCL) für Profiles									
Level	Frame	Sekunde	Auflösung / Bildrate dieses Levels	Baseline Extended Main	High	High 10	High 4:2:2 High 4:4:4						
1	99	1 485	176 × 144 / 15	64 kbit/s	80 kbit/s	192 kbit/s	256 kbit/s						
1b			128 × 96 / 30	128 kbit/s	160 kbit/s	384 kbit/s	512 kbit/s						
1.1	396	3 000	352 × 288 / 7.5	192 kbit/s	240 kbit/s	576 kbit/s	768 kbit/s						
1.2			320 × 240 / 10										
			176 × 144 / 30										
			352 × 288 / 15										
1.3	6 000	320 × 240 / 20	384 kbit/s	480 kbit/s	1152 kbit/s	1536 kbit/s							
		176 × 144 / 60											
		352 × 288 / 30											
2	792	11 880	320 × 240 / 40	768 kbit/s	960 kbit/s	2304 kbit/s	3072 kbit/s						
2			2 Mbit/s	2,5 Mbit/s	6 Mbit/s	8 Mbit/s							
2.1			19 800	352 × 576 / 25	4 Mbit/s	5 Mbit/s	12 Mbit/s	16 Mbit/s					
2.2				352 × 288 / 50									
3	1 620	20 250	720 × 480 / 15	4 Mbit/s	5 Mbit/s	12 Mbit/s	16 Mbit/s						
			352 × 288 / 50										
3.1			40 500					720 × 576 / 25	10 Mbit/s	12,5 Mbit/s	30 Mbit/s	40 Mbit/s	
								720 × 480 / 30					
3.2	3 600	108 000	1280 × 720 / 30	14 Mbit/s	17,5 Mbit/s	42 Mbit/s	56 Mbit/s						
4	5 120	216 000	720 × 576 / 60	20 Mbit/s	25 Mbit/s	60 Mbit/s	80 Mbit/s						
			1280 × 1024 / 40										
4.1			8 192					245 760	1280 × 720 / 60	50 Mbit/s	62,5 Mbit/s	150 Mbit/s	200 Mbit/s
									1920 × 1080 / 30				
4.2	8 704	522 240	2048 × 1080 / 60	50 Mbit/s	62,5 Mbit/s	150 Mbit/s	200 Mbit/s						
5	22 080	589 824	3072 × 1620 / 30	135 Mbit/s	168,75 Mbit/s	405 Mbit/s	540 Mbit/s						
5.1	36 864	983 040	2048 × 1080 / 100	240 Mbit/s	300 Mbit/s	720 Mbit/s	960 Mbit/s						
			4096 × 2304 / 25										

Anlage 3: Übersicht der Farbwirkungen

Farbe	Wirkung
Rot	<ul style="list-style-type: none"> - Farbe des Feuers - erregt Aufmerksamkeit Positive Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Vitalität, Energie, Liebe, Leidenschaft Negative Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Wut, Zorn, Brutalität, Gefahr
Orange	<ul style="list-style-type: none"> - Farbe der untergehenden Sonne - Symbol für Optimismus und Lebensfreude Positive Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Aufgeschlossenheit, Kontaktfreudigkeit, Jugendlichkeit, Gesundheit, Selbstvertrauen Negative Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Leichtlebigkeit, Aufdringlichkeit, Ausschweifung - wirkt billig und unseriös
Gelb	<ul style="list-style-type: none"> - Farbe der Sonne Positive Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Wissen, Weisheit, Vernunft, Logik, Licht, Heiterkeit, Freude Negative Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Täuschung, Rachsucht, Pessimismus, Egoismus, Geiz, Neid
Grün	<ul style="list-style-type: none"> - Farbe der Wiesen und Wälder - ist eine beruhigende Farbe Positive Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Großzügigkeit, Sicherheit, Harmonie, Hoffnung, Erneuerung des Lebens Negative Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Neid, Gleichgültigkeit, Stagnation, Müdigkeit
Cyan	<ul style="list-style-type: none"> - wird umgangssprachlich Türkis genannt Positive Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Wachheit, Klarheit, geistige Offenheit, Freiheit Negative Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Gefühl der Leere, Kühle, Distanz
Blau	<ul style="list-style-type: none"> - Farbe des Himmels Positive Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Ruhe, Vertrauen, Pflichttreue, Schönheit, Sehnsucht Negative Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Nachlässigkeit, Melancholie

Violett	<ul style="list-style-type: none"> - Farbe der Inspiration, Mystik, Magie & Kunst Positive Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Frömmigkeit, Extravaganz, Opferbereitschaft Negative Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Stolz, Arroganz, unmoralisch
Magenta	<ul style="list-style-type: none"> - im Bereich der Mode Pink genannt Positive Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Idealismus, Dankbarkeit, Engagement, Ordnung, Mitgefühl Negative Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Arroganz, Dominanz
Weiß	<ul style="list-style-type: none"> - Farbe von Eis und Schnee Positive Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Reinheit, Klarheit, Erhabenheit, Unschuld Negative Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Unnahbarkeit, Empfindsamkeit, kühle Reserviertheit
Grau	Positive Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - vollkommene Neutralität, Vorsicht, Zurückhaltung, Kompromissbereitschaft Negative Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Langeweile, Eintönigkeit, Unsicherheit, Lebensangst
Schwarz	<ul style="list-style-type: none"> - Farbe der Dunkelheit bzw. Lichtlosigkeit Positive Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Würde, Ansehen, besonders feierlicher Charakter Negative Assoziationen: <ul style="list-style-type: none"> - Trauer, Unergründlichkeit, Unabänderlichkeit, furchterregend, Geheimnisumwittert

Danksagung

Ich danke folgenden Personen, die mir beim Erstellen der Bachelorarbeit geholfen und mich dabei tatkräftig unterstützt haben:

Prof. Dr.-Ing Rainer Zschockelt, HS Mittweida

Dipl. Kameramann (FH) Marko Peppel, Dekra Hochschule

Anika Dillert

Heike und Wolfgang Richter

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Neuenhagen, den 11.April.2012

Tino Richter